



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SAHALINJAN PINONTA- LAITTEEN MUUTTAMINEN VASTAAMAAN TULEVAI- SUUDEN ASIAKASTAR- PEITA

TEKIJÄ/T: Matias Seppälä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Matias Seppälä			
Työn nimi Sahalinjan pinontalaitteen muuttaminen vastaamaan tulevaisuuden asiakastarpeita			
Päiväys	14.5.2018	Sivumäärä/Liitteet	39/0
Ohjaaja(t) Tutkimusinsinööri Jussi Asikainen, projekti-insinööri Arto Urpilainen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja kehittää sahalinjan pinontalaitteen konsepteja, jotka kykenevät pinoamaan TG2-pontattua vanerilevyä rinnakkain pinonta-aseman lokeroihin. Työ tehtiin Metsä Wood Suolahden vaneritehtaille, havutehtaan viimeistelyyn. Aihe liittyy havutehtaan viimeistelyyn suunniteltuihin tulevaisuuden investointeihin. Työn toisena tavoitteena oli selvittää TG4-pontattujen vanerilevyjen tuotantomahdollisuuksia sahalinjalla.</p> <p>Opinnäytetyössä on käsitelty vaneriteollisuuden historiaa Suomessa, vanerin tuotantoprosessia, konseptisuunnittelua, erilaisia teollisuusrobotteja ja kappaleenkäsittely sovelluksia. Pinontalaitteen konsepteja suunniteltiin kaksi. Konsepti 1:ssä suunniteltiin pinontalaite nykyisen pinonta-aseman rakenteeseen ja selvitettiin pinonta-asemaan tarvittavien muutosten laajuus. Konsepti 2:ssa pinontalaitteelle suunniteltiin kokonaan uusi rakenne ja hissijärjestelmä. Molemmissa konsepteissa pyrittiin hyödyntämään jo olemassa olevaa traverssijärjestelmää. Suunnitteluprosessin jälkeen molemmista konsepteista mallinnettiin 3D-mallit havainnollistamaan pinontalaitteen toimintatapaa ja pinonta-asemien rakennetta. 3D-mallinnuksessa käytettiin Dassault Systemesin SolidWorks-ohjelmaa.</p> <p>Tuloksena toimeksiantaja sai kaksi konseptia, joita se voi halutessaan hyödyntää tulevaisuuden investointien selvityksessä. Toimeksiantaja sai myös selvityksen TG4-pontattujen levyjen tuotantomahdollisuudesta. Opinnäytetyöstä syntyi myös mahdollisuus jatkotutkimukselle; pinontalaitteen tehokkuuden tutkiminen ja nykyisen pinontalaitteen lujoustarastelu.</p>			
Avainsanat pinontalaite, vaneri, 3D-mallinnus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Matias Seppälä			
Title of Thesis Designing a cut-to-size saw stacker to meet future customer needs			
Date	14.5.2018	Pages/Appendices	39/0
Supervisor(s) Mr Jussi Asikainen, Research Engineer and Mr Arto Urpilainen, Project Engineer			
Client Organisation /Partners Metsä Wood Suolahti plywood mill			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to design concepts for a cut-to-size saw line stacker unit that is capable of stacking TG2 plywood side by side in the same stack station. The Thesis was done for Metsä Wood Suolahti unit. The company is considering investments for a cut-to-size saw line and one of the things under consideration is updating the stacker to meet future customer needs. Another aim was to study if the cut-to-size saw can be modified to produce TG4 plywood.</p> <p>The design work includes two concepts where Concept 1 was designed for the current stacking unit and the magnitude of required modification work for stacking unit structure was investigated. In Concept 2 the design work includes new structure for stacking unit fitted with scissor lifts. The stacker utilizes vacuum technology and it was designed to be used in both concepts. After the design work 3D models were created to demonstrate both concepts.</p> <p>As the result of the thesis, two different concept options were designed. Both concepts are capable to stack TG2 plywood side by side in the same stack station. Also, a study for producing TG4 plywood was made and it proved that the modifications required to achieve that were too complex.</p>			
Keywords stacker, plywood, 3D-modeling			

ESIPUHE

Haluan kiittää Metsä Wood Suolahden vaneritehtaita, tehtaan työntekijöitä ja erityisesti Kimmo Vuorista mahdollisuudesta opinnäytetyön tekoon. Haluan myös kiittää opinnäytetyöni ohjaajia tutkimus-insinööri Jussi Asikaista, sekä projekti-insinööri Arto Urpilaista yhteistyöstä ja palautteesta opinnäytetyön tekemisen aikana. Lisäksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni opinnäytetyön aikana saamastani tuesta.

14.5.2018 Kuopio

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Metsä Wood	7
1.2	Suolahden vaneritehtaat.....	7
1.3	Vaneriteollisuus Suomessa.....	8
2	VANERIN TUOTANTOPROSESSI.....	8
2.1	Vanerin tuotantoprosessi lyhyesti	9
3	KONSEPTI.....	13
4	PINONTALAITTEET JA TARRAIMET	15
4.1	Suorakulmainen robotti	15
4.2	Tarttujat.....	17
4.2.1	Tyhjiötarrain	17
4.2.2	Mekaaniset tarraimet.....	20
4.2.3	Magneettitarrain	21
4.2.4	Universaalit tarraimet	22
5	ESISUUNNITTELU.....	23
5.1	Nykyinen pinonta-asema	23
5.2	TG2 vanerilevy.....	24
5.3	Pinontalaitteen ideointi	25
5.3.1	3D-mallintaminen.....	25
6	TULOKSET	27
6.1	Konsepti 1	27
6.1.1	Konseptin 1 edut ja haitat.....	29
6.2	Konsepti 2	30
6.2.1	Konseptin 2 edut ja haitat.....	33
6.3	Tarraimet	33
6.4	TG4-levyn tuottaminen sahalinjalla	35
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
	LÄHTEET	38

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Metsä Wood Suolahden vaneritehtaille, joka tuottaa puutuotteita rakennus-, teollisuus- ja jakeluasiakkaiden tarpeisiin. Yritys harkitsee havutehtaan viimeistelyssä investointia Homag sahalinjaan, jossa osana ovat pinonta-aseman päivitys sekä sahalinjan muutokset. Pinonta-aseman päivityksen myötä sahalinjan toimintaa pyritään tehostamaan ja vastaamaan nykypäivän teollisuuden tuotannon tarpeisiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ja ideoida konsepti sahalinjan pinonta-aseman pinontalaitteesta, joka kykenee pinoamaan halkaistua TG2-vanerilevyä kaksi pinoa rinnakkain pinonta-aseman lokeroihin, sekä selvittää voiko sahalinjalla tuottaa TG4-vanerilevyä. Suurin ongelma sahalinjalla TG2-vanerilevyä ajettaessa on pinonta-aseman kykenemättömyys pinota kahta rinnakkaista nippua lokeroon. Nykyisellä ratkaisulla pinonta-asemaan voidaan lajitella vain yksi TG2 pinon puolikas kerrallaan, jonka jälkeen puolikas nippu pudotetaan lokerosta linjastolle, josta trukki nostaa puolikkaan nipun sivuun odottamaan toisen puolikkaan valmistumista. Toisen puolikkaan valmistuttua niput yhdistetään trukilla ja nostetaan takaisin linjastolle, josta nippu kulkee edelleen pakkaukseen. Nippujen yhdistäminen trukilla on aikaa vievää ja se synnyttää ylimääräisen työturvallisuusriskin.

Opinnäytetyössä on esitetty teknisiä ratkaisuja ja dokumentointia, joita voidaan käyttää pinontalaitteen toteutuksessa. Opinnäytetyössä pääpaino on pinontalaitteen konseptin ideoinnissa. Pinontalaitteen käytännön toteutusta ei tehdä tämän opinnäytetyön aikana.

Opinnäytetyössä hyödynnetään 3D-mallinnusta visualisoimaan pinontalaitteen konseptia ja näin ollen antamaan paremman kuvan pinontalaitteen mahdollisesta toteutustavasta. Työssä ei ole tarkoitus tuottaa tarkkoja työpiirrustuksia tai malleja pinontalaitteesta ja pinonta-aseman mahdollisista muutoksista.

1.1 Metsä Wood

Työn tilaaja on Metsä Wood Suolahden vaneritehtaat. Työn ohjaajana toimii työn tilaajan puolelta havuvaneritehtaan tuotantoinsinööri Kimmo Vuorinen

Metsä Wood on osa Metsä Group-konsernia, joka muodostuu Metsäliitto Osuuskunnasta, siihen kuuluvista Metsä Forestista ja Metsä Woodista sekä osuuskunnan tytäryhtiöistä Metsä Tissuesta, Metsä Boardista ja Metsä Fibrestä. Metsäliitto Osuuskunta on Metsä Groupin emoyritys ja osuuskuntaan kuuluu noin 104 000 metsänomistajaa. Metsä Groupin liikevaihto vuonna 2017 oli 5040 M€. Metsä Group työllistää 9100 henkilöä. (Metsä Group, 2018)

Metsä Wood tuottaa puutuotteita rakennus-, teollisuus- ja jakeluasiakkaiden tarpeisiin. Metsä Woodin tärkeimmät tuotteet ovat Kerto®, vaneri ja sahatavara. Vuonna 2017 liikevaihto oli 0,5 miljardia euroa ja työntekijöitä oli noin 1400 henkilöä.

1.2 Suolahden vaneritehtaat

Suolahden vaneritehtaat perustettiin vuonna 1920, jolloin ensimmäinen vanerintuotantoon tarkoitettu sorvi käynnistettiin. Vanerituotteiden vientiä oli lähinnä Iso-Britannian alusmaihiin. 1952 Rauma-Repola Oy osti vaneritehtaan omistukseensa. Vuonna 1962 tehdas modernisoitiin, jolloin vanerintuotannon kapasiteetti nousi 25 000 m³:stä 40 000 m³:iin. Vuonna 1986 vaneritehdas siirtyi Metsäliiton Teollisuuden omistukseen ja samalla tehdas nimettiin uudelleen Metsä-Serla Oy:ksi, kunnes vuonna 1990 tehtaasta tuli Finnforest Oy. Vuonna 1995 tehdasalueelle rakennettiin havuvaneritehdas ja sitä laajennettiin edelleen vuonna 1997, jolloin saavutettiin yli 80 000 m³:n kapasiteetti. Tehdasalueella toimintansa vuonna 2008 aloitti uusi jalostetehdas. Vuonna 2012 Finnforest Oy muuttui Metsä Groupin yhtenäistämisen myötä Metsä Woodiksi. (Metsä Wood, 2017)

1.3 Vaneriteollisuus Suomessa

Suomessa vanerin valmistus alkoi yli sata vuotta sitten 1800-luvun lopulla. Vanerin tekemisen oppi saatiin pääasiassa Lutherin veljesten vaneritehtaalta Tallinnasta, jonne veljekset rakensivat tehtaan vuonna 1885. Myöhemmin veljekset rakensivat tehtaat myös Riikaan ja Pinskiin. Lutherin veljekset olivat uranuurtajia myös liimauksen kehittämisessä. He ottivat ensimmäisenä käyttöön proteiinipohjaisen kaseiiniliiman ja he ottivat ensimmäisenä käyttöön höyryllä kuumennetun puristimen. Tallinnan tehtailta saatiin myös ammattimiehet rakentamaan ja käynnistämään suomalaisia vaneritehtaita. Suomen ensimmäisen vaneritehtaan pystytti Wiikarin Oy Karkkuun Pirkanmaalle vuonna 1893, mutta sen toiminta jäi vain muutama vuoteen. Vaneriteollisuuden lippulaiva saatiin Suomeen pietarsaarelaisen insinöörin vuorineuvos Wilhelm Schaumanin toimesta, kun hän rakennutti Jyväskylään tehtaan vuosina 1911-1912.

Jyväskylän tehtaan jälkeen perustettiin kymmenen seuraavan vuoden aikana yhdeksän muuta uutta vaneritehdasta. (Ritva, ym., 2017, ss. 29-30)

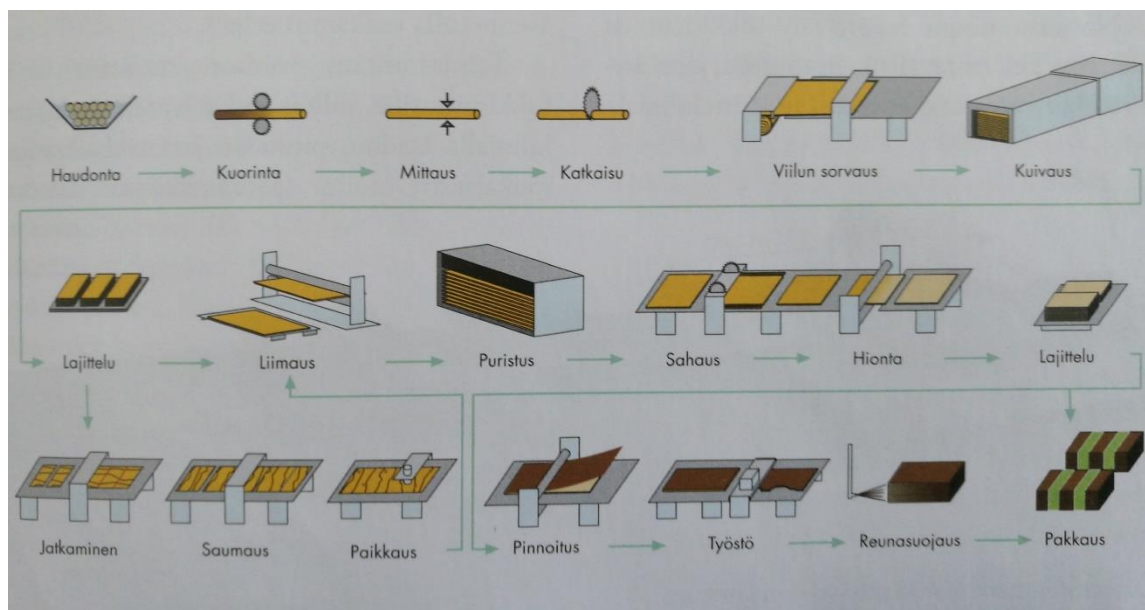
Vuosikymmenten kuluessa rakennettiin lisää uusia vaneritehtaita, mutta osa myös lopetti. Vuonna 1952 Visuvedellä aloitettiin vanerinvalmistus. Vuonna 1964 Ab Faner Oy perusti Punkasalmelle vaneritehtaan. Koskiselte vaneritehdas käynnistettiin vuonna 1966. Nykyisin Suomen suurin vaneritehdas-kompleksi sijaitsee Pelloksessa ja se käynnistyi vuonna 1968. Kasvaneen hakkuutarpeen myötä vanhojen kaskimaiden koivuvarannot hupenivat ennen kuin uudet koivimetsät ennättivät kasvaa hakkuuikään. Koivuraaka-aineen niukkuus tarkoitti sitä, että vanerialan oli kehitettävä sekavaneri, jossa sisäviiluina käytetään vuoron perään koivu- ja havuviiluja, mutta pintaviiluina aina koivua. Sekavaneri on ominaisuuksiltaan lähes koivuvanerin luokkaa. 1970-luvun alussa sekavaneristandardit hyväksyttiin käyttöön.

1980-luvulla Suomi oli johtavia kehittäjiä LVL-levyn valmistuksessa. Seuraava suuri harppaus vaneriteollisuudessa otettiin 1990-luvulla, kun maassamme ryhdyttiin valmistamaan paksuviiluista havuvaneria. Havuvanerin valmistus nosti vanerintuotannon ja -kapasiteetin täysin uudelle tasolle. (Ritva, ym., 2017, ss. 29-30)

2 VANERIN TUOTANTOPROSESSI

Vanerin valmistus tapahtuu prosessimaisina valmistusvaiheina tukista viiluksi ja edelleen vanerilevyksi. Valmistuksessa pyritään ottamaan raaka-aine talteen mahdollisimman tarkoin. Samoin tärkeää on varmistaa lujuus- ja laatuvaatimusten täyttyminen kaikissa valmistusvaiheissa. Vanerin tuotantoprosessi on pitkä ja monivaiheinen, mutta automatisoitu niin, että operaattorien tehtävät ovat pääasiassa valvontaa ja käytön mahdollisimman sujuvaa varmistamista. (Ritva, ym., 2017, s. 47)

Kuvassa 1. on esitetty vaneritehtaan valmistusprosessin periaatekaavio.



Kuva 1. Vaneritehtaan valmistusprosessin periaatekaavio (Ritva, ym., 2017, s. 47)

2.1 Vanerin tuotantoprosessi lyhyesti

Vanerin tuotantoprosessi lähtee liikkeelle vaneritehtaalle saapuvien tukkien lajittelusta. Tukkikuorimat puretaan tukkilajittelulinjalle, jossa tukit lajitellaan ja mitataan. Tehtaalla tukkeja mitataan kuorinainvaakamittauksena, joka perustuu kuormatun ajoneuvon painon mittaukseen, ennen purkamista ja sen jälkeen. Toinen tapa suorittaa tehdasmittaus on itse tukkilajittelulinjastolla, jossa tukit lajitellaan laadun, pituuden ja latvahalkaisijan mukaan. Tukkien mittaus tehdään 3D-tukkimittarilla. Tukit ajetaan yksitellen lajittelulinjaston läpi, jonka jälkeen lajitellut tukit niputetaan vajereiden, ketjujen tai lankojen avulla ja sirretään hautomoaltaaseen. (Ritva, ym., 2017, ss. 48-49)

Haudonnassa tukit pehmitetään katetuissa ja lämmitetyissä hautomoaltaissa. Haudonnan ideana on nostaa tukin sisälämpötilaa, jolloin puuaines leikkautuu parhaiten parantaen sorvauksen ja syntyvän viilun laatua. Näin viilun pinnasta saadaan sileämpää, mikä vähentää liiman kulutusta ja tekee valmiista levyn pinnasta sileämpää, joka osaltaan vähentää loppuhionnan tarvetta. Suomessa yleisin käytetty haudontamuoto on lämminvesihautomoallas, jossa veden lämpötila asetetaan yli 40-asteiseksi. Haudonnan jälkeen tukit syötetään kuljettimelle, joka vie tukit altaalta kuorintaan tai suoraan katkontaan tai suoraan sorvaukseen, mikäli tukit on ennen haudontaa katkottu pölleiksi. (Ritva, ym., 2017, ss. 49-51)

Kuorinnassa tukeista poistetaan puun kuori mahdollisimman puhtaasti jälsikerrokseen asti. Itse puun pinta ei saa rikkoontua kuorimakoneessa, sillä sorvauksessa pinnasta syntyvät arvokkaimmat pinta-viilulaadut. Kuorinta poistaa tukin pinnalla mahdollisesti olevat vieraat aineet, kuten kivet ja hiekan. Kuorinnan onnistumiseen vaikuttavat kuoren oma lujuus sekä lämpötila. Tukin lämpötilan laskiessa puun ja kuoren välinen sidoslujuus kasvaa, mikä haittaa kuorinnan prosessia.

Kuorimakoneet ovat automaattisia roottorimetelmällä toimivia koneita, joissa teräpaine tuotetaan hydraulisesti tai pneumaattisesti. Kuorintakone koostuu syöttökuljettimesta, joka keskittää puut,

syöttövalssimoduuleista ja kuorintamoottoreista, joita voi olla 1-2 kappaletta peräkkäin. Kuorintamoottoreihin on usein asennettuna kuusi kuorintaterää, joita painetaan kuoren pintaa vasten. (Ritva, ym., 2017, ss. 52-53)

Kuorinnan jälkeen tukit katkaistaan automaattisilla heilurisahoilla tai ketjusahoilla. Tukit katkaistaan yleensä mittoihin 130cm, 160cm ja 260cm. Havutehtailla tukkien kahtia katkaisu on yleensä riittävä toimenpide, sillä tukkimitta on jo metsässä apteerattu tämän mukaisesti. Joskus tukit ovat jo metsässä katkaistu valmiiksi sorvimittaansa. (Ritva, ym., 2017, s. 54)

Sorvauslinjalla tukeista sorvataan viilumattoja pinta- ja väliviilumittojen mukaisesti arkeiksi ja arkit pinkataan mittojen mukaisesti. Sorvissa katkaistu pöllä pyörii sorvin karoissa sen kehänopeuden ollessa vakiona. Pöllin pyöriessä sorvin teräpenkkiä syötetään kohti karakeskiötä. Sorvauksen tavoitteena on hyödyntää mahdollisimman paljon puuraaka-aineesta korkealla kapasiteetilla. Sorvatulta viilulta vaaditaan korkeaa teknistä laatua. Laadun kriteereitä ovat viilun poikittaisvetolujuus, paksuus, tasomaisuus sekä pinnansileys. (Ritva, ym., 2017, s. 55)

Sorvauksen jälkeen kosteat viilumatot täytyy kuivata liimaukseen sopivaan kosteustasoon. Jos viilumatot ovat liian kosteita se vaikeuttaa liimausta ja kuumapuristusvaiheessa aiheuttaa höyryn muodostumista, joka voi rikkoa vanerin rakenteen ontoksi. Koivuvanerin tavoitekosteus on 4-6 prosenttia ja havuvanerilla 6-8 prosenttia, kun liimaus tapahtuu fenolipohjaisilla liimoilla. Vaneritehtailla käytetään kahta kuivaajatyyppeä, jotka ovat telakuivaaja ja verkkokuivaaja. Molemmat käyttävät samaa periaatetta eli veden poistamista puusta lämmön ja ilmankierron avulla. Lämmintä ilmaa syötetään suutinlaatikoista viilun molemmille puolille. Koivuviilun kuivauslämpötilat ovat noin 165-190 °C. Havuviilun kuivauslämpötilat vaihtelevat 175 °C:sta yli 200 °C:een. Kun viilut on kuivattu, ne lajitellaan pinta- ja sisäviiluihin. Lajittelulinja on osana kuivausprosessia. (Ritva, ym., 2017, ss. 63-64)

Lajittelun jälkeen viilut menevät suoraan liimaukseen, mutta viiluja joudutaan joskus myös saumaamaan. Saumauksessa erikokoisia viilunkappaleita yhdistetään käyttämällä liimalankaa, näin saadaan halutun levyisiä arkkeja. Pääsääntöisesti saumattuja viiluja käytetään sisäviiluina. Saumauksella pyritään hyödyntämään sorvattu viiluaines mahdollisimman tarkasti ja kasvattaa näin viilusaantoa leikkaamalla liian isot viat pois. (Ritva, ym., 2017, s. 71)

Kun viilut on lajiteltu ja saumattu on vuorossa viilukerrosten ladonta ja liimaus ristikkäiseksi levyrakenteeksi. Ladonnassa piintaviilut sekä pitkät ja lyhyet sisäviilut yhdistetään vanerilevyksi. Ristikkäisellä rakenteella tarkoitetaan sitä, että viilut ovat syynsuuntaansa nähden ristikkäin. Koivuvanerissa pintaviilu on yleensä poikkisyyn suuntainen ja havuvanerissa pitkittäissyyn suuntainen.

Vanerin paksuus määräytyy ladonnassa käytetyn kerrosluvun (ply) mukaan ja se on yleensä pariton. Esimerkiksi koivuvanerissa 9 mm:n vaneri on 7-kerroksinen (7-ply) ja siinä on kaksi pintaviilua, kolme pitkää viilua ja kaksi lyhyttä viilua. Havuvanerirakenteissa käytetään sekä parillisia että parittomia kerroslukuja riippuen käytetyistä viilun paksuuksista. Esimerkiksi 12 mm:n vanerilevyä voidaan valmistaa 4-ply- tai 5-ply-rakenteella. Vanerilevyt liimataan käyttämällä nestemäisiä liimoja, jossa

yleisin liima on fenoliliima. Liima levitetään viilun päälle pääsääntöisesti telalevityksenä, verholevityksenä tai juovalevityksenä. Edellämainituista telalevitys on 2-puoleinen levitystapa, kun muissa menetelmissä liima levitetään vain viilun toiselle puolelle. (Ritva, ym., 2017, ss. 80-82)

Ladotut ja liimatut venerilevyt kulkevat ladontalinjastolta esipuristimelle, jonka tarkoitus on parantaa liimatartuntaa viiluihin ja estää liiman kuivumista ennen kuumapuristusta. Esipuristimella koko ladelmapinkkaa puristetaan hydraulisilla sylintereillä 6-10 minuuttia 1,0 Mpa paineella. Esipuristusta käytetään ennen kuumapuristusta. Esipuristuksesta vanerilevyt johdetaan kuumapuristimelle, jossa viilut liimataan korkean lämpötilan ja paineen avulla yhteen. Ladonnassa käytettävät liimat vaativat yli 100 °C asteen lämpötilan kovettuaakseen. Vanerilevyjä puristetaan 1,0-2,0 MPa paineella 2-3 minuuttia, johon lisätään puoli minuuttia jokaista paksuusmillimetriä kohti. Puristimelta vanerilevyt pinkataan nipuiksi, josta ne siirretään sahaukseen tai hiontaan. (Ritva, ym., 2017, s. 86)

Sahauksessa levyt saavat lopullisen mittansa, kun ne sahataan suorareunaisiksi ja suorakulmaisiksi. Sahalinjoilla levyt sahataan määrämittoihin tai aihioiksi, joissakin tapauksissa levyjen reunat voidaan T&G -pontata (Tongue&Groove), jolloin sahana toimii ponttausjyrä.

Automaattisessa kulmasahauslinjassa syötetään levyt yksitellen pinkasta sahalinjan kuljettimelle. Sahauslinja koostuu kahdesta sahausyksiköstä. Sahauslinjan ensimmäinen yksikkö sahaa levyn pitkät sivut yhtä aikaa kahdelta sivulta ja toinen yksikkö levyn lyhyet sivut. Sahauslinja muodostaa ns. kulmasahan, jossa levy kääntyy 90 astetta ensimmäisen ja toisen sahan välissä. Sahalinja soveltuu sekä peruslevyn sahaukseen että pontattujen levyjen sahaukseen. Kuljettimella levy saapuu ensin oikaisukuljettimelle, joka syöttää levyn oikeassa kulmassa ensimmäiseen sahaan. Levy kulkee sahalinjan lävitse ketjujen ja puristusrullien välissä. Ketjuissa on kumipalat, joista ei jää jälkiä levyyn. Toiseen sahausyksikköön levy syötetään kuljetinketjuissa olevien nokkien työntäessä levyä sahatusta reunasta eteenpäin.

Sahalinjassa on sahauksen jälkeen levyntarkastuspiste, jossa levyt tarkastetaan silmämääräisesti linjastolle asennettujen peilien avulla tai se voidaan varustaa onttojen levyjen ultraäänitunnistuksella sekä kamerajärjestelmällä pinnan laadun ja sahattujen särmien analysoimiseen ennen pinkkausta. Levyjen pinkkaus tapahtuu automaattisesti ilman pohjalavoja, pois lukien kuitenkin Halkaistut T&G levyt. (Ritva, ym., 2017, ss. 90-91)

Hiontalinjalla vanerilevyjen pinnat hiotaan sileäksi ja levyn paksuus kalibroidaan sopivaksi. Hiontalinjasto koostuu levyjen syöttölaitteesta, joka on yleensä imukuppitarttuja. Tarttuja syöttää levyt kuljettimelle, joka oikaisee levyt syötettäväksi hiomakoneeseen. Hiomakoneet ovat yleensä leveänauha-hiomakoneita ja ne koostuvat hiontayksiköistä. Hiontayksikköjä on peräkkäin 3 tai 4 ja niissä on hiomapäät ylä- ja alapuolista hiontaa varten. Hiomakoneissa käytettyjen hiontanauhojen leveys voi olla suurimmillaan yli 3000 mm ja hiontanauhan pituus on usein yli 3500 mm.

Hiomayksikköjen jälkeen on lajittelulinja, jossa levyt lajitellaan pinnanlaatuun mukaan lokeroihin. Hiomakoneet pystyvät käsittelemään noin 30 levyä minuutissa. (Ritva, ym., 2017, ss. 93-94)

Valmiit vanerilevyniput pakataan automaattisilla pakkauslinjastoilla muovikäärinnällä. Vanerilevyt kääritään kauttaaltaan kiristekalvolla tiukaksi paaliksi. Pakkauskone käärii kiristemuovin moninkertaisesti ristiin levynipun ympäri, joka sitoo paketin tiiviiksi suojaten sitä pölyltä, lialta, kosteudelta ja vaurioilta. Paketin sitomisessa ei käytetä erillisiä paketin ympärille kiinnitettäviä metallivanteita eikä paketteihin laiteta erillisiä kulmasuojia, mutta esimerkiksi pontattuja levyjä pakattaessa on tarpeellista käyttää reunoissa suojalevyjä. Automaattinen robotti kiinnittää pakkauksen kylkeen tuote- ja tilaustietotarrat. Tarroista saadaan selville tuotteen paksuus, valmistaja, sertifioijan tunnus, suoritus-
tasoilmoituksen numero, tuotetta koskeva standardi ja käyttöluokka sekä formaldehydiluokka ja CE-merkintä. (Ritva, ym., 2017, ss. 96-97)

3 KONSEPTI

Tuotekehitysprosessin yhdeksi vaiheeksi luetellaan konseptisuunnittelu, mutta se jaetaan kahteen osa-alueeseen: erillisiin konseptisuunnitteluhankkeisiin, näissä kehitetään konseptituote, ja tuotekehitysprojektin sisällä tehtävään konseptisuunnitteluun. Konseptituotteen valmistamiseen johtavassa tuotekehityksessä teknisille ongelmille, rakenneratkaisuille, visuaaliselle ilmeelle yms. etsitään vaihtoehtoisia ratkaisuja. Erillisessä tuotekonseptihankkeissa kokonaisia tuotteita ja niiden liiketoimintayhteyksiä hahmotellaan omina kokonaisuuksinaan. Suoraan markkinoille tuotavaan tuotteeseen näillä projekteilla ei aina kuitenkaan tähdätä, vaan niissä tutkitaan mm. uusia markkinoita, lupaavia teknologioita tai tuotetaan tukimateriaalia brändin kehittämiseen. (Kokkonen, ym., 2005, ss. 16-17)

Konsepteja voidaan kehittää moniin eri käyttötarkoituksiin ja konseptien kehittäminen on mahdollista jakaa neljään eri kategoriaan. Pitkälle tulevaisuuteen tähtääviä konseptisuunnittelun kategorioita on kaksi visioiva (visioning) ja kehittävä (emerging) ja nämä eivät johda välttämättä kaupallisen tuotteen kehittämiseen. Suoraan tuotekehitysprojektiin liittyvät konseptikategoriat ovat määrittelevä (defining) ja ratkaiseva (solving). (Kokkonen, ym., 2005, s. 17)

Visioivat tuotekonseptit sijoittuvat pitkälle tulevaisuuteen, eli niillä kartoitetaan tulevaisuuden tuotemahdollisuuksia ja niitä voidaan käyttää yrityksessä strategisen suunnittelun apuvälineenä. Visioivat konseptit sijoittuvat tyypillisesti tulevaisuudessa yli kymmenen vuoden päähän. Konsepteissa sovellettava teknologia voi olla olemassa konseptia työstettäessä tai äärimmäisessä tapauksessa siitä ei tiedetä juuri mitään. (Kokkonen, ym., 2005, s. 18)

Kehittävässä tuotekonseptoinnissa tutkitaan esimerkiksi uusia ja lupaavia teknologioita ja potentiaalisia markkinoita, sekä tunnustellaan uusien nousevien käyttäjätarpeiden tuomia mahdollisuuksia. Tutkimustulokset tehdään ymmärrettäviksi tuotekonsepteilla ja näin helpotetaan yrityksen oppimista ja päätöksentekoa mahdollisten tulevien tuotesukupolvien suhteen. Kehittävän tuotekonseptoinnin aikajänne on noin 5-10 vuotta ja käytettävän teknologian ero nykyisiin markkinoihin voi olla radikaali. (Kokkonen, ym., 2005, s. 18)

Määrittelevällä tuotekonseptoinnilla hahmotellaan vaihtoehtoisia tuotteen kokonaisratkaisuja ennen varsinaisen tuotekehityksen aloittamista. Määrittelevä tuotekonseptointi voidaan tapauksesta riippen lukea osaksi tuotekehitysprojektia tai nähdä omana osana ennen projektin aloittamista. Ennen tuotekehitysprojektin aloituspäätöstä määrittelevän konseptin tuotepiirteet ja -ominaisuudet tulee olla selvillä, vaikka toisaalta tuotekehitysprosessin alussa yleensä tehdään variaatioita kokonaisratkaisun osalta. Näitä määrittelyjä tehdessä ei vielä sitouduta tietyn yksittäisen konseptin toteuttamiseen, vaikka suurella todennäköisyydellä tiedetäänkin mikä tai mitkä valitaan jatkokehitykseen. (Kokkonen, ym., 2005, s. 19)

Kun määrittelevän konseptoinnin jälkeen suunniteltava tuote on tiedossa ja se on määritelty strategiseksi, voi yksityiskohtaisempi toteuttava suunnittelu alkaa määrittelevän koseptin pohjalta. Määrittelevän konseptin pohjalta tehtävää tuotekehitysprosessia voidaan kutsua ratkaisevaksi konseptisuunnitteluksi. Tuotetta kehitettäessä konsepteja tarvitaan kokonaisrakaisua haettaessa ja teknisiä ja muotoilullisia näkökulmia tarkennettaessa. (Kokkonen, ym., 2005, s. 19)

4 PINONTALAITTEET JA TARRAIMET



Kuva 2. Suorakulmainen robotti (Güdel Group AG, 2018)

4.1 Suorakulmainen robotti

Suorakulmaisia robotteja (kuva 2.) on kooltaan pieniä esimerkiksi työstökoneiden panostuksessa käytettäviä malleja ja isoja, joita voidaan käyttää teollisuuden varastosovelluksissa ja kappaleenkäsittelijöinä. Suorakulmaisen robotin kolme ensimmäistä vapausastetta ovat lineaarisia. Robotti liikkuu X- ja Y- suunnassa, kun robotin työkalu liikkuu pystyjohteella Z- suunnassa keskellä kehikkoa. Suorakulmaisesta robotista käytetäänkin usein nimitystä portaalirobotti. Portaalirobotin rakenne on tuettu sen työalueen nurkista, minkä takia portaalirobotilla on hyvä kyky kantaa suuria kuormia, sillä on hyvä huollettavuus ja kompakti, rajattu työalue. (Tuunainen, 2017)

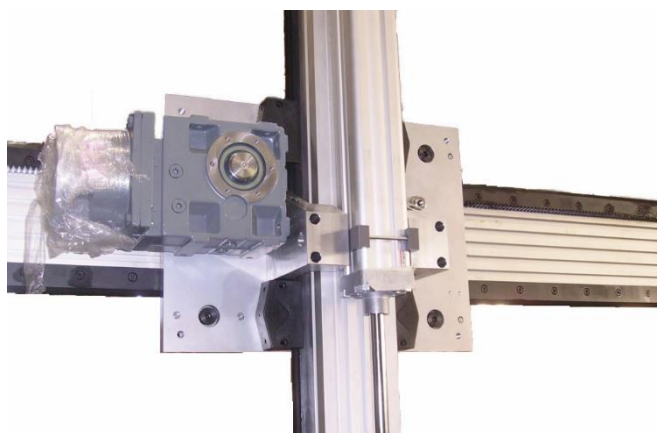
Monissa kappaleenkäsittelyyn liittyvässä tehtävässä liikuteltavat kappaleet ovat raskaita, hankalasti muotoiltuja tai epätasapainoisia. Useimmat sovellukset vaativat paljon toistoja, pitkää käyttöaikaa ja pitkäaikaista kestävyyttä vähäisellä huollolla. Kappaleensiirto sovelluksiin voi kuulua kappaleiden siirtäminen linjaston yläpuoleisella robotin tarttujalla paikasta toiseen.

Lineaariset XYZ portaalirobotit, jossa Z-akseli liikkuu pystysuunnassa, voivat liikuttaa ja asettaa kappaleita mihin tahansa kohtaan niiden kolmiulotteista työaluetta. Portaalirobotteja voidaan rakentaa lähes minkä tahansa kappaleen siirtämistä varten, vaati se sitten suurta kuormankantokykyä, suuria liikenopeuksia, pitkiä liikkeitä tai suurta tarkkuutta. Siirrettävän kappaleen koosta riippuen portaalirobotin on kyettävä kestäämään kappaleen nostossa syntyvät voimat, kuin myös kappaleen suurista siirtonopeuksista syntyvät voimat. Yleisimmät portaalirobottien siirtonopeudet yltävät 5 m/s asti. (Brian, 2015)

Kun Z-akselin lineaarinen liikeasema asennetaan poikittaisakseliin X, voidaan sitä kutsua X-Z robotiksi (kuva 3). Tämä portaalirobotti pystyy nostamaan kappaleen pystysuunnassa, siirtymään vaakasuunnassa toiseen pisteeseen lineaarisesti ja laskemaan kappaleen sille osoitettuun paikkaan. Tämä konfiguraatio on erittäin hyödyllinen yksinkertaisissa nosta, siirrä ja laske -sovelluksissa. Yleensä X-akseliin asennettavaan pääasennuslevyyn (kuva 4.) on integroitu Z-akselin lineaariliikkeiden vaatimat ohjauslaakerit ja kaikki tarvittavat hammaspyörät ja hammastangot sekä automaattiset voiteluainekomponentit. Tämä yksinkertaistaa huomattavasti suunnittelua ja vähentää liikkuvaa kokonaismassaa. (Brian, 2015)



Kuva 3. X-Z Portaalirobotti (Güdel Group AG, 2018)



Kuva 4. X-akseliin asennettava pääasennuslevy, jossa Z-akselin lineaarikomponentteja (MachineDesign, 2015)

4.2 Tarttumat

Kappaleiden siirtäminen portaalirobotilla vaatii tarrainta, joka nostaa kappaleen linjastolta ja siirtää sen paikasta toiseen. Tarttuvia on jaoteltu niiden toimintaperiaatteen mukaan tyhjiötarttujiin, mekaanisiin tarttujiin, magneettitarttujiin ja universaaleihin tarttujiin.

Tarttujaa suunniteltaessa on otettava huomioon tarttujan soveltuvuus tuotettaville kappaleille, tarttujan on oltava mahdollisimman kevyt, jotta robotin kuormankäsittelykyky ei vähene tarttujan painon liikuttamiseen. Tarttujan rakenteen tulee kuitenkin olla tarpeeksi kestävä riippuen nostettavan kappaleen painosta. Tartuntavoimien suuruudet on huomioitava kuin myös tilavaatimukset, tarttuoja tulee suunnitella niin, että se kykenee tekemään kaikki liikeradat esteettömästi ilman törmäysvaaraa. Tartuntatapa on oleellinen osa suunnittelua, kappaleet voivat olla helposti naarmuuntuvia ja niissä voi esiintyä mahdollisia muodonmuutoksia ja taipumisia. Yleensä voimat välitetään tarttujalle paineilmalla, hydraulikalla, magnetismilla sekä sähköllä. (LAMK, 2016, s. 56)

4.2.1 Tyhjiötarrain

Tyhjiö-, eli alipainetarrain hyödyntää imukupeilla luotavaa alipainetta kappaleiden tarttumisessa. Imukuppitartunnassa tartuttavaan kappaleeseen tartutaan vain yhdeltä suunnalta. Kurviset tai muoviset imukupit eivät naarmuunnuta tartuntapintaa helposti, jolloin tartuntamenetelmää voidaan hyödyntää, kun nostettavien kappaleiden pintamateriaalit ovat herkkiä tai mekaanisen tarraimen käyttö hankalaa. Tartuntavoiman lisäys suurille kappaleille on helposti toteutettavissa imukuppeja lisäämällä. Imukupit vaativat riittävän tasaisen, puhtaan, sileän ja tiiviin pinnan.

Imuvoima on paine-eron ja imupinta-alan tulo. Tarraimen ei saisi syntyä suuria kohtisuoria sivuttaisvoimia, sillä tarraimen synnyttämää sivuttaisliikettä vastustava voima riippuu tarraimen ja kappaleen välisestä kitkakertoimesta. Alipaine luodaan kahdella tavalla käyttämällä ejektoria tai alipainepumppua. (LAMK, 2016, s. 58)

Ejektoreissa (kuva 5.) tyhjiö saadaan aikaan paineilman avulla. Ejektoreita käytetään etenkin imukuppien yhteydessä tarvittavan tyhjiön eli alipaineen aikaan saamiseksi. Ejektorit soveltyvät hyödynnettäväksi mm. elintarvike-, pakkaus-, juoma-, lasi-, puu- ja sähköteollisuudessa sileä ja kovapintaisten kappaleiden käsittelyyn. (Hulkkonen, 2007, s. 2)



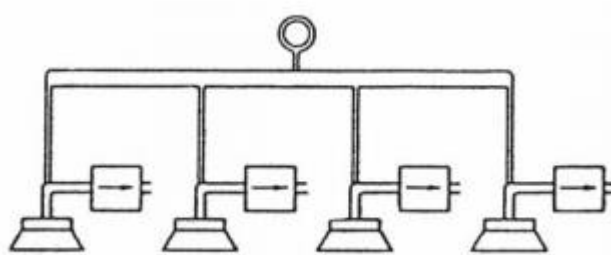
Kuva 5. Piab piSTAMP ejektor (Piab, 2018)

Ejektorit on liitetty imukuppeihin, joihin alipaine luodaan. Alipainetekniikkaan perustuvia imukuppeja käytetään, kun kappale on arka naarmuuntumaan, ei magnetoidu, taipuu herkästi, on muodoltaan epäsäännöllinen tai pinnaltaan epätasainen. Käytetyimpiä imukuppien rakenteita ovat matalat, tuetut, syvät ja litteät imukupit sekä paljeimukupit. Matalia imukuppeja voidaan käyttää vaaka- sekä pystyasennossa olevien kappaleiden käsittelyyn. Tuetut imukupit on varustettu sisäpuolisilla tukirivoilla helpottamaan huokoisten materiaalien käsittelyä. Tukurivoilla vähennetään käsiteltävien kappaleiden muodonmuutosta ja lisätään kappaleen ja imukupin välistä kitkaa. Syviä imukuppeja käytetään kaarevien pintojen ja epätasaisien kappaleiden käsittelyssä. Litteitä imukuppeja on kahta tyyppiä, solukumitiivisteestä valmistettuja malleja sekä pieniliikkeisiä imukuppeja. Solukumitiivisteiset imukupit soveltuvat karheille ja epätasaisille pinnoille ja niitä on helppo valmistaa kappaleen vaatimusten mukaisesti. Solukumitiivisteisiä imukuppeja on pyöreitä, soikeita, neliskulmaisia jne. Pieniliikkeiset imukupit soveltuvat hyvin paperin, muovikalvojen ja muiden ohuiden kappaleiden käsittelemiseen. Paljeimukuppeja käytetään kappaleiden käsittelyssä, joiden pinnoissa on korkeuseroja, kaltevia pintoja tai epätasaisia muotoja. (Hulkkonen, 2007, ss. 5-7)

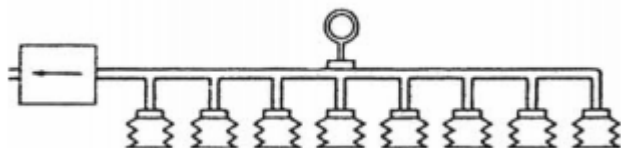
Imukupeissa käytettävien kiinnittimien yleisimpiä variaatioita ovat kiinteä kiinnitin, jousitettu kiinnitin ja nivelkiinnitin, joista kiinteää kiinnitintä käytetään usein pienten ja kevyiden kappaleiden käsittelyssä, jotka eivät aiheuta imukuppiin kappaleen irroittavia taivutusmomenteja. Jousitettua kiinnitintä käytetään, kun käsiteltävissä kappaleissa on kokoeroja ja ne vähentävät käsittelylaitteistojen, esimerkiksi robotin, tarkkuusvaatimuksia. Jousi toimii myös vaimentimena. Imukuppeihin kohdistuu taivutusmomenteja muun muassa nopeissa kiihdytyksissä ja jarrutuksissa sekä epätasapainossa olevista kappaleista. Nivelkiinnittimellä voidaan vähentää edellämainittuja imukuppiin kohdistuvia rasituksia. (Hulkkonen, 2007, ss. 5-7)

Nostolaitteisiin liitettyjen alipainetarttujen osalta on noudatettava standardissa SFS-EN 13155 + A2 olevia ohjeita. Mahdollisten letkurikkojen tai muusta syystä tapahtuva tyhjiön äkillinen häviäminen on mahdollista estää vastavirtaventtiilillä. Lisäksi turvaallisuutta voidaan lisätä ylimääräisellä tyhjiösäiliöllä, sekä käyttämällä kahta erillistä tyhjiöpiiriä, jotka molemmat ovat kykeneviä kantamaan työkuorman riittävällä varmuudella. Kun nosto-orsi sisältää useita imukuppeja, voidaan se rakentaa joko niin, että jokainen imukuppi varustetaan omalla ejektorilla (kuva 6.) tai niin, että koko systeemi on rakennettu yhdellä ejektorilla (kuva 7.), joka kehittää tyhjiön jokaiseen imukuppiin.

Kun alipainetarttulla käsitellään raskaita kuormia alipaineen häviäminen saattaa aiheuttaa vakavia laitevaurioita tai jopa henkilövahinkoja, niinpä tyhjiösystemissä on parasta varustaa jokainen imukuppi omalla ejektorilla. Likaisissa olosuhteissa ejektoriin saattaa ajan myötä kertyä pölyä aiheuttaen toimintahäiriöitä. Pölyn kertymistä voidaan estää kytkemällä imukuppien ja ejektorin väliin suodatin. (Hulkkonen, 2007, ss. 8-9)



Kuva 6. Imukupit varustettu omalla ejektorilla (Hulkkonen, 2007, s. 9)



Kuva 7. Tyhjiösystemi yhdellä ejektorilla (Hulkkonen, 2007, s. 9)

4.2.2 Mekaaniset tarraimet

Mekaanisten tarraimien toiminta perustuu tarraimen sormien avautuvaan ja sulkeutuvaan liikkeeseen, jossa kappaleisiin tartutaan ulko- tai sisäpuolisella otteella. Kappaleeseen voidaan tarttua kitkan avulla tai hyödyntämällä kappaleen omaa massaa, jolloin kappale pysyy tarttujassa pelkän oman painovoimansa ansiosta. Tarraimet toimivat yleensä pneumaattisesti, hydraulisesti tai sähköisesti. Tarraimen sormien liikkeet voidaan tuottaa myöskin esimerkiksi kiiloilla, liikeruuveilla, hammaspyörillä ja -tangoilla sekä nokka-akseleilla. Yleensä tarrain tarvitsee kahdesta kolmeen tartuntapistettä tartuttavasta kappaleesta ja tarraimet voidaan päällystää tarvittaessa kappaletta suojaavalla ja pitovoimaa lisäävällä materiaalilla. Yleisin sovellus mekaanisesta tarraimesta on leukatarrain, joista yleisimpiä ovat kaksi- ja kolmisormitarraimet. Erikoissovelluksissa voidaan käyttää useampisormisia tarraimia, jotka muodostavat ns. käsimmäisen rakenteen. Tarraimen leukojen muodon ja toimintatavan suunnittelu ja materiaalivalinnat tehdään sovelluskohtaisesti. (LAMK, 2016, s. 57)

Kuvissa 8. ja 9. on esitettyä RobotiQ valmistamia kaksi- ja kolmisormitarraimia.



Kuva 8. Kaksisormitarttuja (RobotiQ, 2018)



Kuva 9. Kolmisormitarttuja (RobotiQ, 2018)

4.2.3 Magneettitarra-ain

Magneettitarra-aimia (kuva 10.) käytetään ainoastaan magneettisille aineille. Magneetin nostovoimaan vaikuttavat nostettavan kappaleen materiaali, muoto, pinnanlaatu, ilmarako ja magneetin lämpötila. Työkappaleilta vaaditaan riittävän suurta tasaista tartunta- aluetta, sillä magneettikenttä heikkenee nopeasti ilmaraon kasvaessa. Magneettitarra-aimella tartunta on nopeaa, mutta irroitusta hidastaa jäännösmagnetismi. Käytettäessä kestopagneettia tarvitaan kappaleen irrottamiseksi irroituslaite. Sähkömagneetilla on mahdollista kääntää magneettikentän suuntaa, jolloin kappaleen irroitus nopeutuu. Sähkömagneetilla on taipumus lämmetä käytössä, jolloin työkierto on suunniteltava siten, että sähkömagneetin lämpötila ei nouse liikaa. (LAMK, 2016, s. 59)



Kuva 10. Magneettitarra-ain Schmalz SGM (Schmalz, 2018)

4.2.4 Universaalit tarraimet

Universaaleilla tarraimilla (kuva 11.) käsitellään työkappaleita, joissa on epämääräisiä muotoja ja vaihtelevia pintamateriaaleja. Yleisimmät mallit käyttävät monisormista rakennetta, jotka vaativat monimutkaista laitteistoa ja ohjelmistoa, kuten monia ohjattavia niveliä, käytettävän voiman tunnistamista, jos kappaleita täytyy käsitellä varoen ja ohjelmiston kykyä laskea kuinka paljon voimaa yksittäisen sormen tulisi käyttää ja missä. Toisiakin menetelmiä on kehitetty, kuten alipaineella toimiva, rakeisen rakenteen omaava kumitasku, joka painettaessa kappaleen pintaan mukautuu pinnanmuotojen mukaan. Alipaine jäykistää kumitaskun muodostaen tartuntapinnan kappaleen ja kumitaskun välille.

Pääsääntöisesti nykyiset universaalit tarttajat ovat hyvin kalliita. (Brown, ym., 2010, s. 1)



Kuva 11. Universaali tarrain (Universal robot gripper, 2014)

5 ESISUUNNITTELU

Opinnäytetyötä tehtiin Metsä Wood:n havuvaneritehtaan tiloissa Suolahdessa. Tavoitteina oli saada aikaan malli pinonta-aseman pinontalaitteesta, sekä tutkia voidaanko sahalinjalla tuottaa TG4-vanerilevyä. Pääpaino opinnäytetyössä pidettiin pinontalaitteen suunnittelussa ja 3D-mallien luomisessa.

5.1 Nykyinen pinonta-asema

Pinontalaitteen konseptin suunnittelu aloitettiin tutustumalla jo olemassa olevan pinonta-aseman toimintaan. Pinonta-asema on valmistettu vuonna 1995 ja valmistajana on toiminut Raute Oyj. Pinonta-asema (Kuva 12.) koostuu kolmesta lokerosta, joihin sahalinjalta tulevat vanerilevyt lajitellaan pinnanlaatujaan mukaan.



Kuva 12. Pinonta-asema (Seppälä, 2018)

Sahalinjalla sahataan pinnanlaatuja II/III ja III/III. Pintaviilun laadut määritetään seuraavasti:

- II – Ehjäpintainen laatu, voi olla kittikorjattu.
Halkaisijaltaan enintään 5 mm:n kokoiset viat sallitaan.
- III – Standardilaatu, jossa voi olla avovikoja kuten oksanreikiä ja viilunhalkeamia.

Pinontalaitteen on kyettävä lajittelemaan halkaistua TG2-vanerilevyä kaksi pinon puolikasta rinnakkain lokeroon. Nykyisellä pinonta-aseman toimintatavalla halkaistua TG2-levyä voidaan lajitella vain toinen pinon puolikas kerrallaan lokeroon. Kun pino on täynnä, se siirretään hississä olevien pyöri-
vien rullien avulla lokeron kohdalle tulevaan traverssiin. Traverssi siirtää pinon pakkaukseen johtavalle rullastolle, jossa se pysäytetään linjastossa olevien trukkilovien kohdalle. Pino nostetaan trukilla pois linjastolta pohjalevyn päälle odottamaan pinon toisen puolikkaan valmistumista. Kun toinen pinon puolikas on valmis, se siirretään jälleen traverssilla pakkauksen linjastolle, josta se nostetaan

trukilla pohjalevyn päälle edellisen pinon rinnalle. Kun pinot on yhdistetty pohjalevyn päälle, koko paketti nostetaan takaisin pakkaukseen johtavalle linjastolle, josta paketti jatkaa matkaansa edelleen pakkaukseen. Tämä koko prosessi vähentää sahalinjan tuotannollista aikaa ja se hidastaa trukkipuskien toimintaa. Puolikkaat pinot ovat myös herkkiä kaatumaan trukkien sorkista niiden kapeuden ja korkeuden takia, joten se muodostaa osaltaan työturvallisuusriskin. Halkaistua TG2-levyä lajitellaan ainoastaan lokeroihin kaksi ja kolme, sillä lokeron yksi toiminnallinen rakenne estää halkaistujen TG2-levyjien lajittelemisen tähän lokeroon.

Nykyinen levyjen pinoaminen tapahtuu pneumaattisilla sylintereillä, joihin on yhdistetty lattaraudasta tehdyt taputtelijat, jotka tasaavat pinon pinkkarin kehikkoon rakennettuja vasteita vasten.

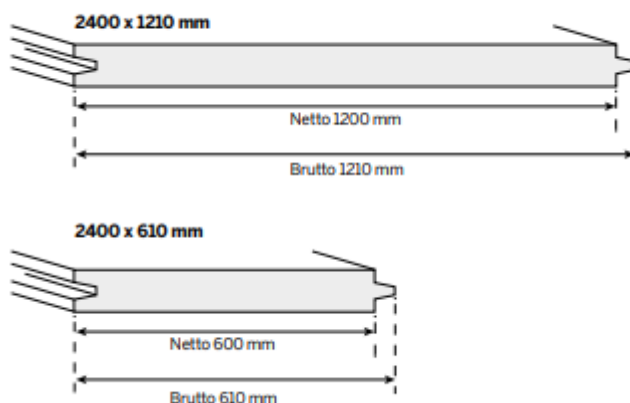
Vanerilevyt kulkevat linjastolta pinonta-aseman kolmeen lokeroon, joko suoraan lajittelurullastolta ensimmäiseen lokeroon, ensimmäisen lokeron päälle laskeutuvan siltakuljettimen ylitse toiseen lokeroon tai ensimmäisen ja toisen lokeron päälle laskeutuvien siltakuljettimien ylitse kolmanteen lokeroon. Linjan operaattori lajittelee vanerilevyt pinnanlaatuun mukaan näihin kolmeen lokeroon. Lajittelu lokeroihin tapahtuu linjan valvomossa sijaitsevalla lajittelukytkimellä. Oletuksena linjastolta tuleva levy menee ilman napin painallusta suoraan lokeroon yksi. Kun halutaan lajitella levyjä lokeroon kaksi, operaattori painaa valvomossa lokeron kaksi nappia, jolloin lokeron yksi päällä oleva siltakuljetin laskeutuu ja levy ohjautuu lokeroon kaksi. Sama periaate toimii lokeron kolme kohdalla.

Esimerkkinä lajittelutavasta huomattavasti yleisin on lokeroon yksi II-laatu, lokeroon kaksi III-laatu ja lokeroon kolme KILO, eli käyttökelvottomat levyt.

5.2 TG2 vanerilevy

TG2 pontattua vanerilevyä käytetään erityisesti rakennusteollisuudessa mm. lattiarakenteissa, vesikatteen vanerialustana, sisäkatoissa ja sisäseinissä. Peruslevy on hiottu haluttuun pinnanlaatuun II/III tai III/III ja levyn pitkät sivut ovat pontattu (TG2), tämä nopeuttaa levyjen asentamista. Levykoot ovat bruttomitoiltaan 2400 / 2440 x 610 mm (halkaistu) ja 2400 / 2440 x 1200 / 1210 mm.

Kuvassa 13. on esitelty TG2-levyjien mittoja ja pitkien sivujen profiilit.



Kuva 13. Metsä Wood Spruce TG2-levyjien mitat ja pitkien sivujen profiilit (Metsä Wood, 2013)

5.3 Pinontalaitteen ideointi

Pinontalaitteen konseptin ideoiminen aloitettiin tutustumalla muilla linjoilla käytettyihin pinonta- ja kappaleenkäsittelyratkaisuihin. Monella linjalla hyödynnetään alipainetarttujalla tai mekaanisella tarttujalla varustettuja lineaarisia portaalirobotteja. Näiden ratkaisujen pohjalta konseptin kehityssuunnaksi valikoitui portaalirobotiikan hyödyntäminen pinonta-aseman lajittelussa.

Portaalirobotin hyödyntämisen selvittäminen aloitettiin ottamalla selvää vastaavanlaisista kaupallisista ratkaisuista. Pinontalaittevalmistajia on useita ja ne tarjoavat kattavan valikoiman erilaisia konfiguraatioita. Yleisimmät valmistajien tarjoamat valmiit paketit käyttävät 1-3:een lineaarista johdetta portaalirobotin liikuttamiseen. Lähtökohdaksi otettiin perinteinen portaalirobotti (kuva 3.), joita hyödynnetään teollisuuden automaatioissa.

Pinontalaitteen on kyettävä siirtämään linjastolla ajettavia levyjä, jotka ovat mitoiltaan 2400 / 2440 / 2500 mm x 1200 / 1220 / 1250 mm sekä 2400 / 2440 mm x 600 / 610 mm.

Pinontalaitteen on kyettävä siirtämään minimissään 45 kg:n paino luotettavasti ja nopeasti lokeroiden välillä.

5.3.1 3D-mallintaminen

Kun pinontalaitteen toteutustapa oli valittu, selvitettiin sen sovittamista nykyisen pinonta-aseman rakenteeseen. Sovittamisen tarkastelu aloitettiin tutustumalla tehtaalta löytyviin pinonta-aseman piirustuksiin. Pinonta-asemasta oli saatavilla ainoastaan sen varaosaluettelon piirustukset, jotka eivät olleet täydelliset piirustukset itse pinonta-asemasta. Piirustuksista kuitenkin saatiin selville pinonta-aseman kokonaisleveys ja -korkeus, hissien leveydet ja korkeudet, sekä suurimpien tukipalkkien mitat. Piirustusten puutteellisuudesta johtuen pinonta-asemalla täytyi suorittaa välitukipalkkien mitauksia, sekä tarkastella ylikuljetussiltojen mitoituksia.

Piirustusten pohjalta lähdettiin luomaan nykyisestä pinonta-asemasta pinontalaitteelle sopivaa 3D-mallia. Pinonta-asemasta mallinnettiin riisuttu versio nykyisestä pinonta-asemasta, jossa on poistettu kaikki ylimääräiset vanhan pinontalaitteen ripustukset, pukkarit ja lokeroon kolme johtava ylikuljetinsilta. 3D-mallissa myös välitukipalkit mallinnettiin pinontalaitteelle sopiviin kohtiin, jotta sillä pystyttäisiin havainnollistamaan tarvittavien muutostöiden laajuutta. Piirustusten puutteellisuus aiheutti 3D-mallinnuksessa ongelmia, mutta tuloksena saatiin pääpiirteittäin pinonta-asemaa vastaava 3D-malli. Mallia kutsutaan nimellä konsepti 1. 3D-mallinnuksessa käytettiin Dassault Systemesin Solidworks 2017-ohjelmaa.

Kun pinonta-asemasta oli luotu 3D-malli, siihen mallinnettiin aseman ylitse kulkeva robotin johde ja itse alipainetarra. Johde mallinnettiin itse ja siihen lisättiin urat mahdollisia hammastankoja varten. Alipainetarraimen mallintamisessa hyödynnettiin Destacon (a Dover Company) Internet-sivuilta saatavilla olevia valmiita 3D-malleja imukuppien, liittimien ja putkien osalta. Tällä pyrittiin nopeuttamaan 3D-mallinnusprosessia.

Kun olemassaolevan pinonta-aseman mallinnukset olivat valmiit, tehtiin vaihtoehtoinen toteutustapa pinonta-aseman rakenteesta: konsepti 2. Myös konseptista 2 tehtiin 3D-malli havainnollistamaan sen rakennetta ja toimintatapaa. Konsepti 2:een mallinnettiin täysin uusi rungon ja johteen rakenne kuten myös täysin uudenlaiset hissit ja linjaston rullasto. Mallinnuksessa hyödynnettiin konseptissa 1 käytettyä alipainetarraimen 3D-mallia ajan säästämiseksi.

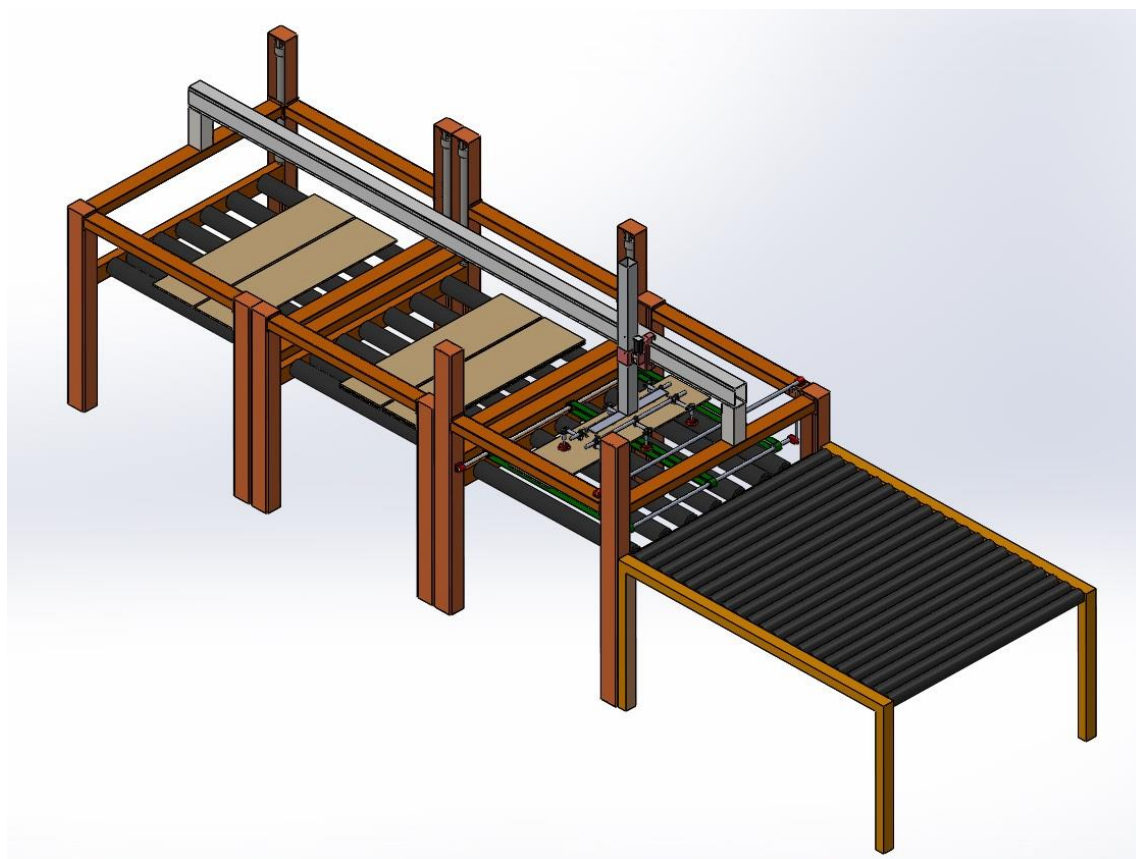
6 TULOKSET

Suunnittelutyön pohjalta saatiin aikaiseksi kaksi pinonta-laitteen konseptia, joista tehtiin 3D-mallit havainnollistamaan niiden toimintaa ja rakennetta, sekä selvitys TG4-vanerilevyjen tuottamismahdollisuuksista saatiin valmiiksi.

6.1 Konsepti 1

Pinontalaitteen konsepti 1 on suunniteltu asennettavaksi nykyiseen pinonta-aseman rakenteeseen. Pinontalaite on X- ja Z-suunnassa liikkuva portaalirobotti, johon on liitetty alipainetarrain nostamaan levyt linjastolta. Portaalirobotti liikkuu pinonta-aseman rakenteeseen asennettavan johteen mukaisesti lajitellen levyt lokeroihin kaksi ja kolme.

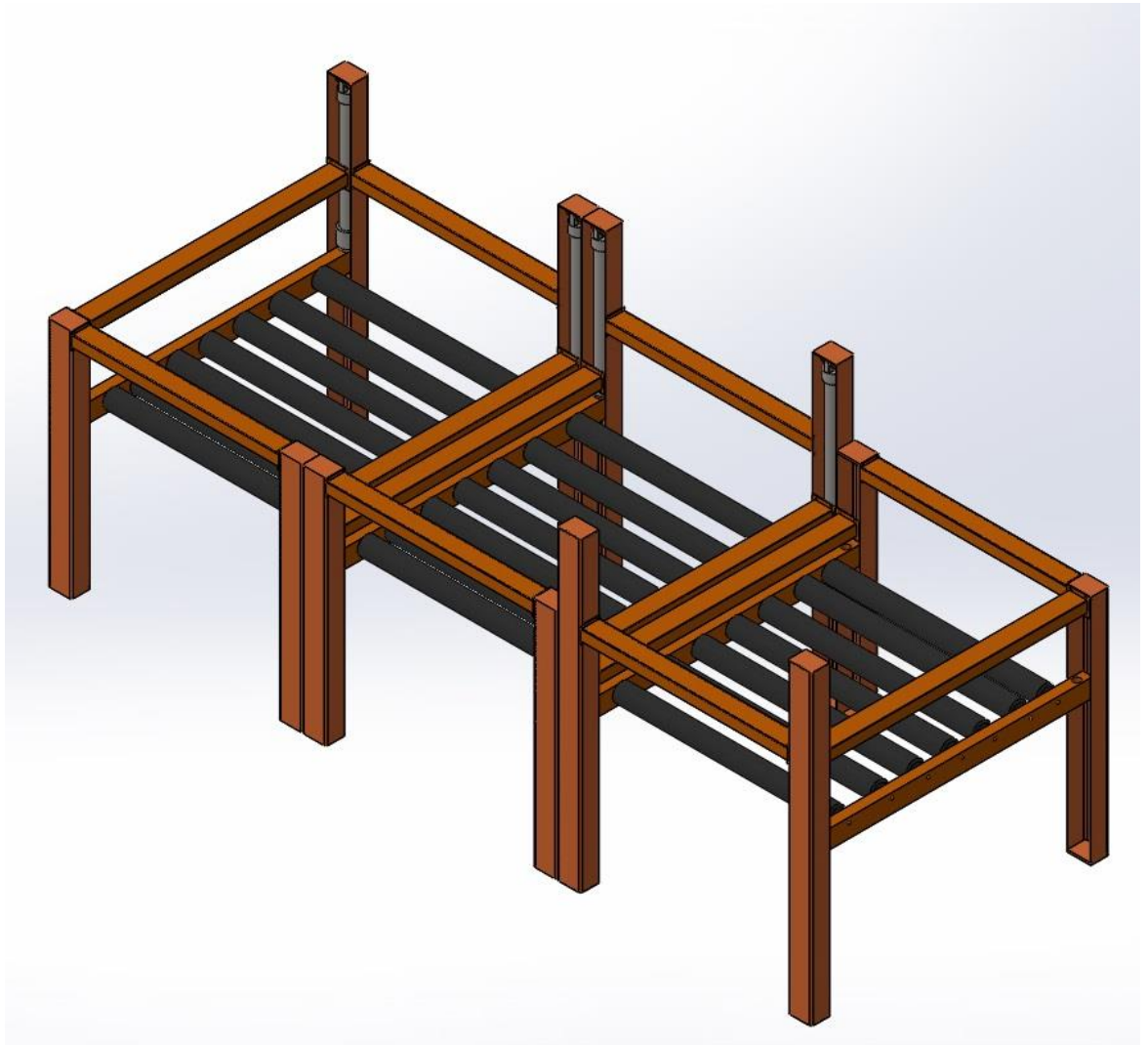
Konsepti 1 on esitettyinä kuvassa 14.



Kuva 14. Pinontalaitteen konsepti 1. (Matias Seppälä, 2018)

Konsepti 1 hyödyntää nykyisen pinonta-aseman rakennetta, mutta nykyiseen pinonta-aseman rakenteeseen täytyisi tehdä isoja muutoksia, jotta konsepti toimisi tehokkaasti. Pinontalaitteen on pystyttävä liikkumaan esteettömästi, nopeasti ja turvallisesti lokeroiden välillä, joten pinonta-asemasta täytyy poistaa kaikki nykyiset paineilmasylintereiden, ohjausrullien ja pinontasaajien ripustukset, sekä lokeroon kolme johtava silta. Myöskin pinonta-aseman poikittaistukia täytyy siirtää alemmas aseman rakenteeseen, jotta Z-akselin liikematkka (Z-akseli pystysuunnassa) saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä.

Kuvassa 15. on havainnollistettu miltä riisutun rakenteen tulisi näyttää.



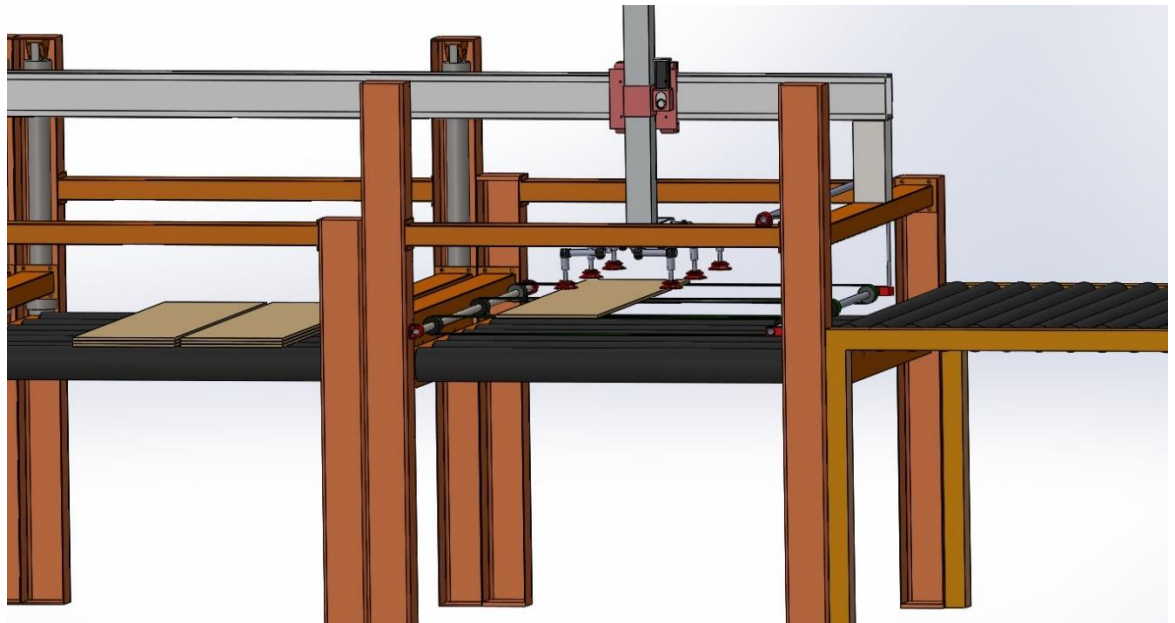
Kuva 15. Havainnollistava kuva muutetusta pinonta-aseman rakenteesta. (Matias Seppälä, 2018)

Portaalirobotin johde asennetaan pinonta-aseman poikittaisiin päätypalkkeihin, jolloin lokeron yksi alipaineletkut on johdettava sylintereille uutta reittiä pitkin.

Konseptissa 1 hyödynnetään pinonta-aseman vanhaa toimintatapaa lokeron yksi osalta, jonka toimintatapa ei muuttuisi, vaan levyt kulkevat linjastolta suoraan ensimmäiseen lokeroon, jossa lokeron taputtelijat tasaavat levyt. Lokeron yksi päälle laskeutuva silta jäisi myös toimintaan ja se toimisi samalla portaalirobotin tarttujan kotiasemana. Halkaisematonta levyä lajiteltaessa suurin osa levyistä ajetaan pinnanlaatujen mukaan lokeroon yksi, eli suoraan linjastolta lokeroon. Kun lajitellaan lokeroihin kaksi ja kolme, lokeron yksi päällä oleva silta laskeutuu alas ja linjastolta tuleva levy asemoituu sillan päälle tiettyyn asemaan esimerkiksi vastetta vasten, jonka jälkeen alipainetarttija nostaa levyn sillalta ja kuljettaa sen haluttuun lokeroon. Kun levy on nostettu sillalta, silta nousee ylös avaten lokeron yksi ja alipainetarttija asemoituu sillan yläpuolelle kotiasemaansa.

Halkaistua levyä lajiteltaessa ensimmäisen lokeron päälle laskeutuva silta on koko ajan laskettuna alas, sillä ensimmäiseen lokeroon ei voida lajitella halkaistua levyä tämän toiminnallisen rakenteen takia. Halkaistut levyt tulevat linjastolta lokeron yksi päälle lasketulle sillalle ja asemoituvat esimerkiksi vastetta vasten haluttuun paikkaan, josta alipainetarttuja nostaa levyn ja kuljettaa sen haluttuun lokeroon. Tämän jälkeen alipainetarttuja palaa takaisin kotiasemaan odottamaan seuraavaa levyä, nostaa sen ja mikäli levy lajitellaan samaan lokeroon kuin edellinen levy, asemoidaan se lokeroon edellisen levyn viereen. Näin lokeroon muodostuu kaksi rinnakkaista pinoa, jotka voidaan suoraan pinonta-aseman hissistä siirtää linjastoa pitkin pakkaukseen.

Kuvassa 16. on esitettyä ensimmäisen lokeron päälle asemoitunut halkaistu TG2-levy.



Kuva 16. Asemoitunut TG2 levy (Matias Seppälä, 2018)

6.1.1 Konseptin 1 edut ja haitat

Koska konsepti 1 hyödyntää jo olemassaolevaa pinonta-aseman rakennetta, rakenteessa olevaa hissijärjestelmää ei tarvitse toiminnallisesti muuttaa, kuten ei myöskään käytössä olevaa pakkauklinjastolle johtavaa traverssijärjestelmää.

Konseptilla 1 pystytään pinoamaan halkaistuja TG2-vanerilevynippuja rinnakkain kahteen lokeroon (lokeroihin kaksi ja kolme), näin poistetaan puolikkaiden nippujen linjastolta pois nostaminen ja yhdisteleminen trukilla ja paketit saadaan suoraan hisseistä pakkaukseen. Tämä osaltaan nopeuttaa linjaston toimintaa ja antaa trukkipuljettajille enemmän aikaa hoitaa muitten laitteiden syöttöä ja purkamista.

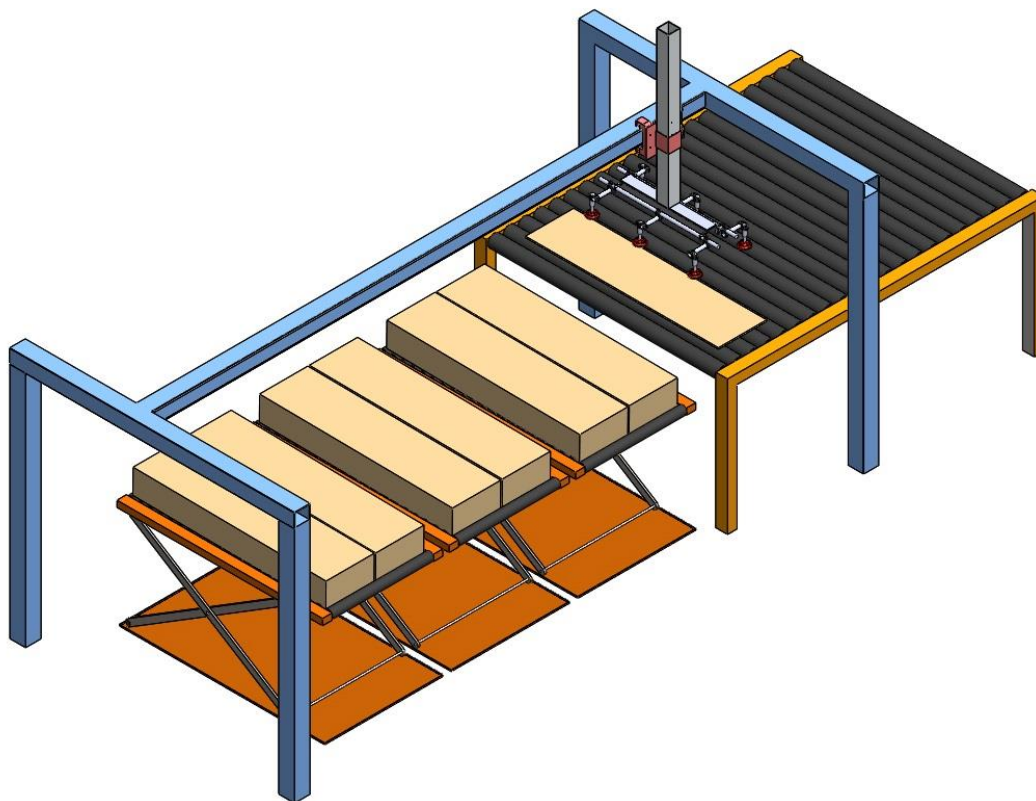
Konseptin 1 haitoiksi voidaan todeta pinonta-aseman muutostöiden laajuus. Muutostöiden aiheuttamia mahdollisia muutoksia pinonta-aseman rakenteellisessa lujuudessa on tarkasteltava lujuuslaskennallisesti. On myös tarkasteltava kuinka päätypalkit, joihin portaalirobotin johde asennetaan, kestävät pinontalaitteen painon ja sen toiminnasta aiheutuneet voimat.

Muutostöiden tuotantoa hidastava vaikutus voi olla suuri juuri niiden laajuuden takia, joka osaltaan nostaa konseptin käyttöönotossa sen kokonaiskustannuksia. Tosin vanhan pinonta-aseman rakenteen käyttö saattaa tuoda säästöjä materiaalikustannuksia laskettaessa.

6.2 Konsepti 2

Konsepti 2 on konseptin 1 tapaan X- ja Z-suunnassa kulkeva portaalirobotti, jossa kappaleen tarttujana toimii alipainetarrain ja lajittelurullasto sen kotiasemana. Konseptissa 2 nykyisestä pinonta-aseman rakenteesta on luovuttu kokonaan ja portaalirobotin tukipalkit toimivat pinonta-aseman rakenteena.

Kuvassa 17. on esitettynä pinontalaitteen konsepti 2.



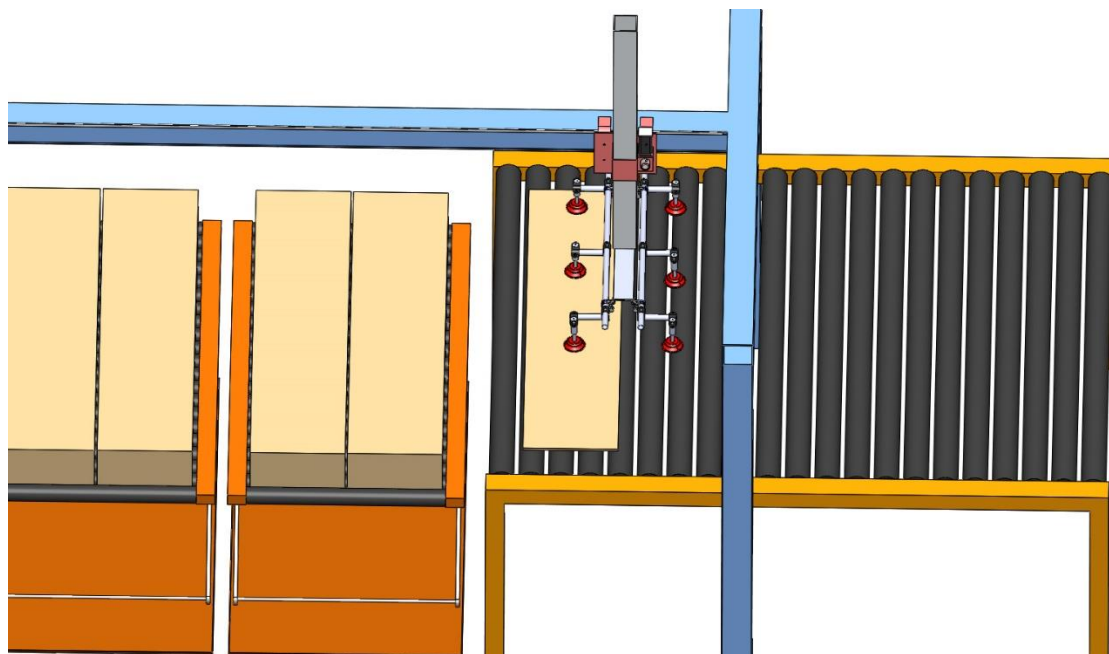
Kuva 17. Pinontalaitteen konsepti 2. (Matias Seppälä, 2018)

Konseptin 2 rakenne on sijoitettu alkamaan lajittelurullaston päältä, jolloin portaalirobotin rakenteen maahan johtavat jalat sijoittuvat lajittelurullaston reunojen ulkopuolelle. Näin ollen lajittelurullastoa joudutaan jatkamaan, sillä nykyinen lajittelurullasto on niin lähellä valvomoa, että pinontalaitteen tukijalat eivät mahdu valvomon ja lajittelurullaston väliin. Vaikka rakenteen saisikin mahdutettua valvomon ja linjaston väliin on lajittelurullasto itsessään liian lyhyt toimiakseen levyjen kotiasemana. Kun huomioon otetaan levyjen koko ja silmämääräiseen pinnan- ja reunanlaatuun perus-

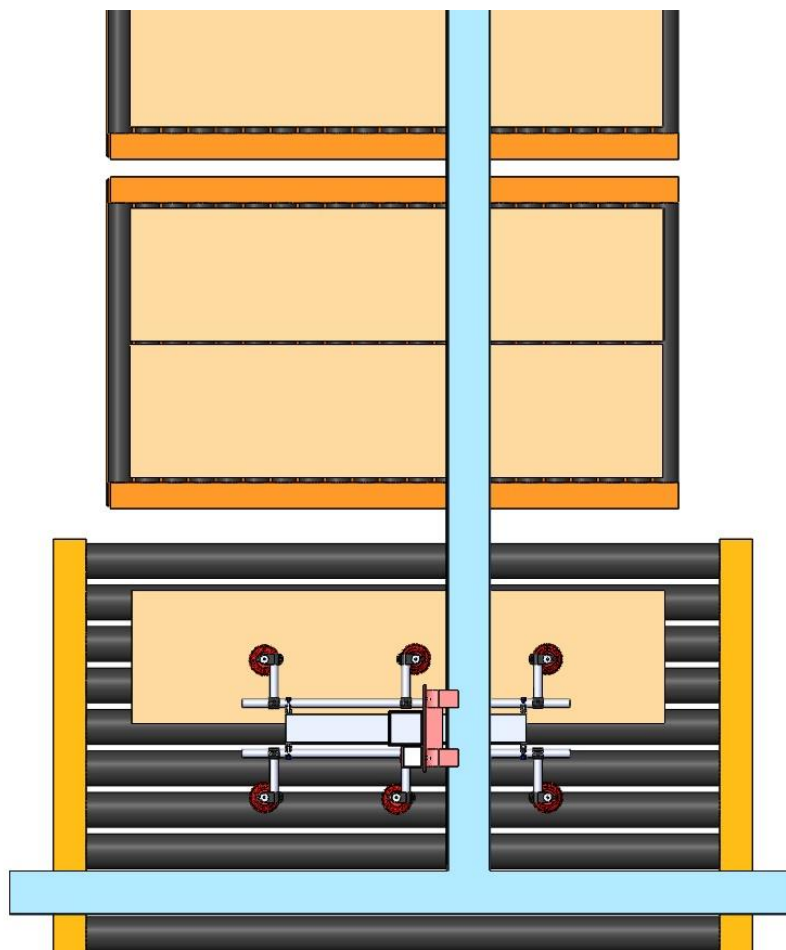
tuva lajittelu, tarvitaan operaattorille lajittelurullastolla tarpeeksi aikaa suorittaa pinnan- ja reunanlaatujen arvointi ennen levyn asemointia nostopisteeseen. Myös laitteen käyttöturvallisuuden kannalta lajittelurullastoa on jatkettava, sillä valvomosta on uloskäynti lajittelurullastolle, jolloin operaattori on puristusvaarassa nostolaitteen ja tukirakenteiden välissä.

Pinontalaitteen kotiasemana toimii lajittelurullasto, jossa levyt asemoidaan esimerkiksi vasteilla alipainetarttujalle nostettaviksi. Kotiasemasta pinontalaite lajittelee levyt haluttuihin hisseihin pinnanlaatujen mukaan.

Kuvissa 18. ja 19. on esitettyä lajittelurullastolle asemoitunut levy.



Kuva 18. Asemoitunut levy. (Matias Seppälä, 2018)

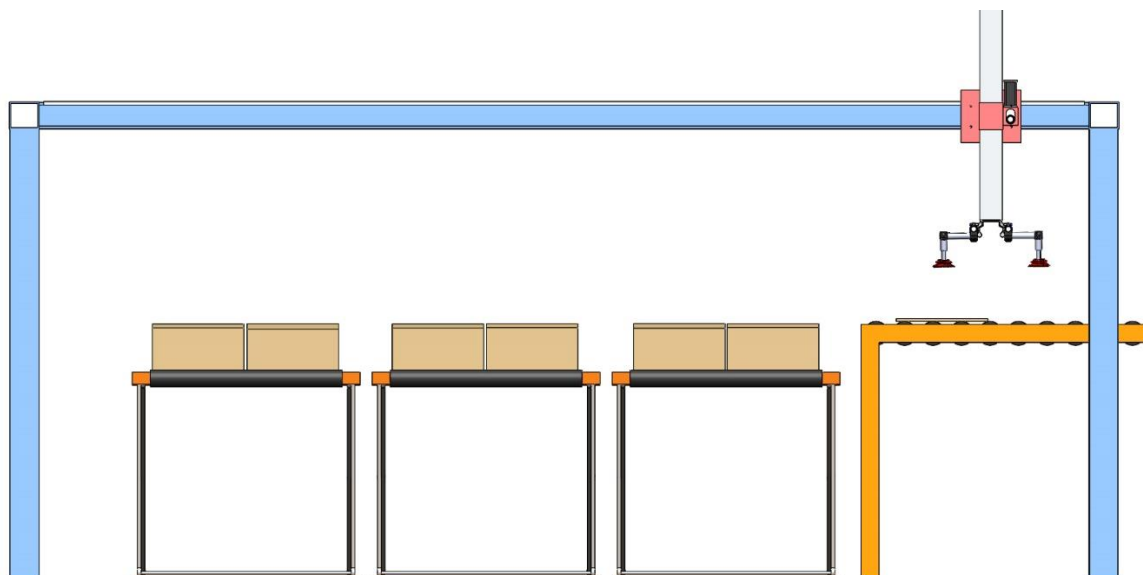


Kuva 19. Asemoitunut levy kuvattuna ylhäältä. (Matias Seppälä, 2018)

Koska konseptissa 2 vanhasta lajitteluaseman rakenteesta on luovuttu kokonaan, on vanha hissijärjestelmä korvattava uudella. Konseptissa 2 vanha lajitteluasemaan kiinnitetty hissijärjestelmä on korvattu kolmella saksihissillä, jotka on mitoitettu juuri isoimmille levyille sopiviksi tilan säästämiseksi ja pinontalaitteen liikematkojen lyhentämiseksi. Lyhyemmillä liikematoilla pyritään lisäämään pinontalaitteen lajitteluvoimaa ja näin ollen koko sahalinjan tuotantovoimaa. Koska lajittelurullasto on korkea ja lajittelurullaston korkeutta ei voida muuttaa sahalinjan korkeuteen nähden saksihissit ovat paras vaihtoehto liikematkojen pienenä pitämiseksi. Toisena vaihtoehtona on käyttää kiinteää lajittelualustaa, johon levyt pinotaan alhaalta ylöspäin, mutta se lisäisi Z- akselin liikematoja turhan suureksi. Konseptissa 2 pystytään lajittelemaan halkaistua TG2-vanerilevyä rinnakkain kolmeen hissiin vanhan kahden sijasta.

Konseptissa 2 on pyritty säilyttämään traverssijärjestelmän ennallaan pysyminen, eli hissit olisi mahdollista asettaa traverssijärjestelmään sopiville paikoille. Pinon tullessa täyteen pyörivät rullat siirtävät pinon hissistä traverssiin ja siitä edelleen pakkaukseen johtavalle linjastolle.

Kuvassa 20. on esitettyä havainnekuva saksihissijärjestelmästä.



Kuva 20. Saksihissit. (Matias Seppälä, 2018)

6.2.1 Konseptin 2 edut ja haitat

Konseptin 2 etuina ovat sen yksinkertainen rakenne, ja kompaktimpi koko verrattuna vanhaan pinonta-asemaan. Lyhyemmät johteet lyhentävät pinontalaitteen liikematkoja, joka nopeuttaa itse portaalirobotin toimintaa. Pinontalaitteen tartuntamekanismilla voidaan lajitella lähes minkä kokoisia ja muotoisia levyjä tahansa sen kappaleenkäsittely kapasiteetin rajoissa, joten tulevaisuuden sahalinjan investoinneissa on vähemmän rajoittavia tekijöitä kappaleen käsittelyn ja lajittelun osalta. Pinontalaitteen uudella rakenteella vältetään konseptin 1 isoilta rakenteen muutoksilta ja muutostöiden lujuustarkasteluilta. Koska kyseessä on kokonaan uusi pinontalaittejärjestelmä, se voidaan hankkia lukuisilta laitevalmistajilta, jotka tarjoavat valmiita laitepaketteja, joihin sisältyy rakenteet, tarraimet ja laitteiden ohjausjärjestelmät. Laitevalmistajat tarjoavat asiakkaan tarpeisiin mukautettuja paketteja ja hoitavat tarvittavat lujuustarkastelut.

Konseptin 2 haittoina ovat lajittelurullaston jatkaminen, jolloin vanha lajittelurullasto on korvattava uudella pitemmällä mallilla. Uuden rakenteen takia vanhaa pinonta-aseman perustaa ei välttämättä voida hyödyntää, vaan rakenne joudutaan asentamaan uusille perustuksille. Pinonta-asemaan on hankittava kolme uutta saksihissiä, joka osaltaan nostaa kokonaiskustannuksia.

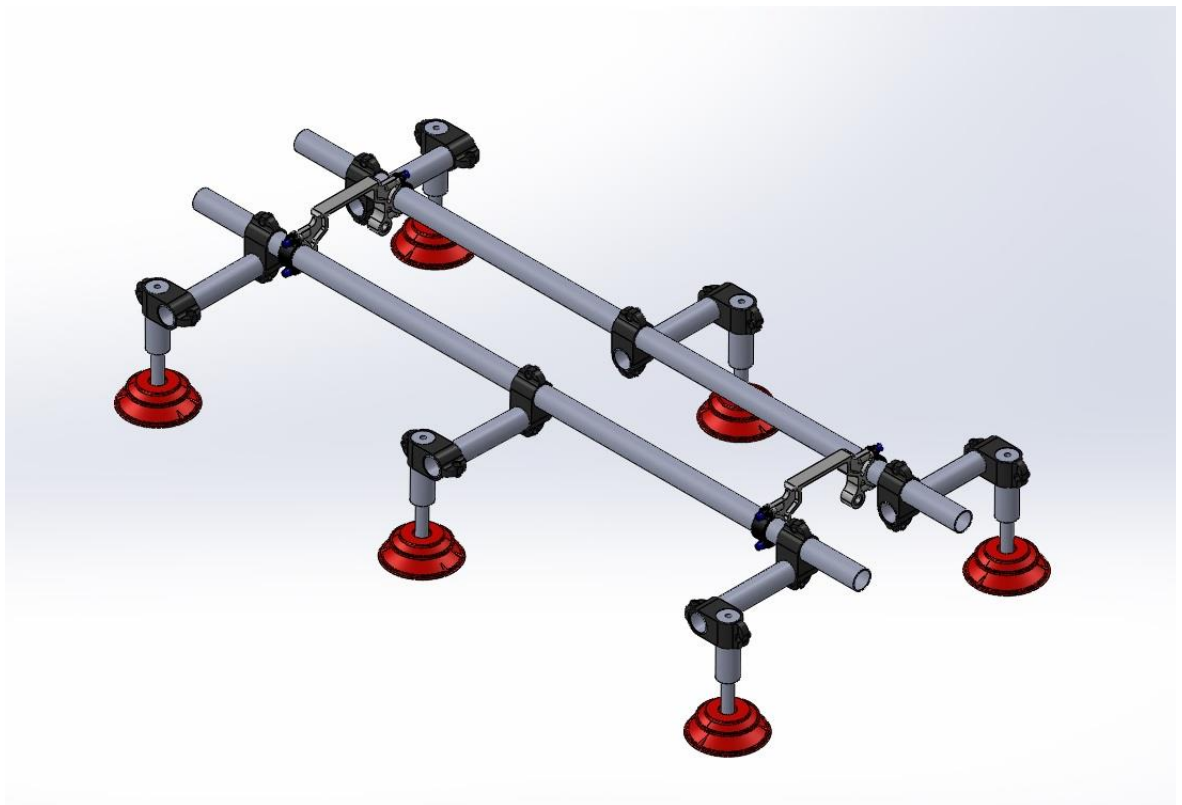
6.3 Tarraimet

Konsepteissa 1 ja 2 käytetään kappaleiden siirtämiseen alipainetarrainta sen yksinkertaisen toimintaperiaatteen ja rakenteellisen keveyden takia. Kappaleita siirrettäessä tarraimen on oltava mahdollisimman kevyt, jotta robotin pinontalaitteen kuormankäsittelykyky ei vähene tarraimen painon liikuttamiseen. Koska alipainetarraim tarttuu käsiteltäviin levyihin ylhäältä päin, se voidaan rakentaa suurimpia levykokoja pienemmäksi, jolloin pinontalaitteen rakenteessa ei tarvitse olla niin suuria turvavälejä tarraimen ja tukipalkkien välillä. Koska linjastolla käsiteltävät levyt ovat useimmiten hiottuna pinnanlaatuihin, on pintojen ja erityisesti TG2-levyjen pönttien vahingoittumista vältettävä, jolloin

muoviset imukupit ovat oiva ratkaisu, sillä ne eivät vahingoita tartuttavaa pintaa tai pontteja. Tartuntavoiman ja tarttujan luotettavuuden parantaminen on helppoa lisäämällä tarraimeen haluttu määrä imukuppeja. Myös imukuppien oikealla valinnalla voidaan lisätä tartuntapinta-alaa ja imukupin ja levyn välistä kitkaa, jolloin levyn tippuminen pinontalaitteen liikkeiden takia voidaan minimoida.

Koska sahalinjalla ajetaan paljon mitoiltaan erikokoisia levyjä, voidaan alipainetarrain rakentaa siten, että tarrain muuttaa imukuppien sovitusta eri levymitoille sopiviksi liikuteltavilla tarraimen johteilla. Esimerkiksi isoa 2500 x 1250 mm levyä ajettaessa, tarraimen johteet pidentyvät levymitalle sopiviksi, kun taas halkaistua 2440 x 610 mm levyä lajiteltaessa tarraimen johteet lyhentyvät levyille sopiviksi. Näin voidaan optimoida tarraimen tartuntavoima jokaiselle levymitalle sopivaksi.

Kuvassa 21. on esitettynä konsepteissa 1 ja 2 käytetty alipainetarraimen 3D-malli.



Kuva 21. Konsepteissa 1 ja 2 käytetty alipainetarraimen 3D-malli (Matias Seppälä, 2018)

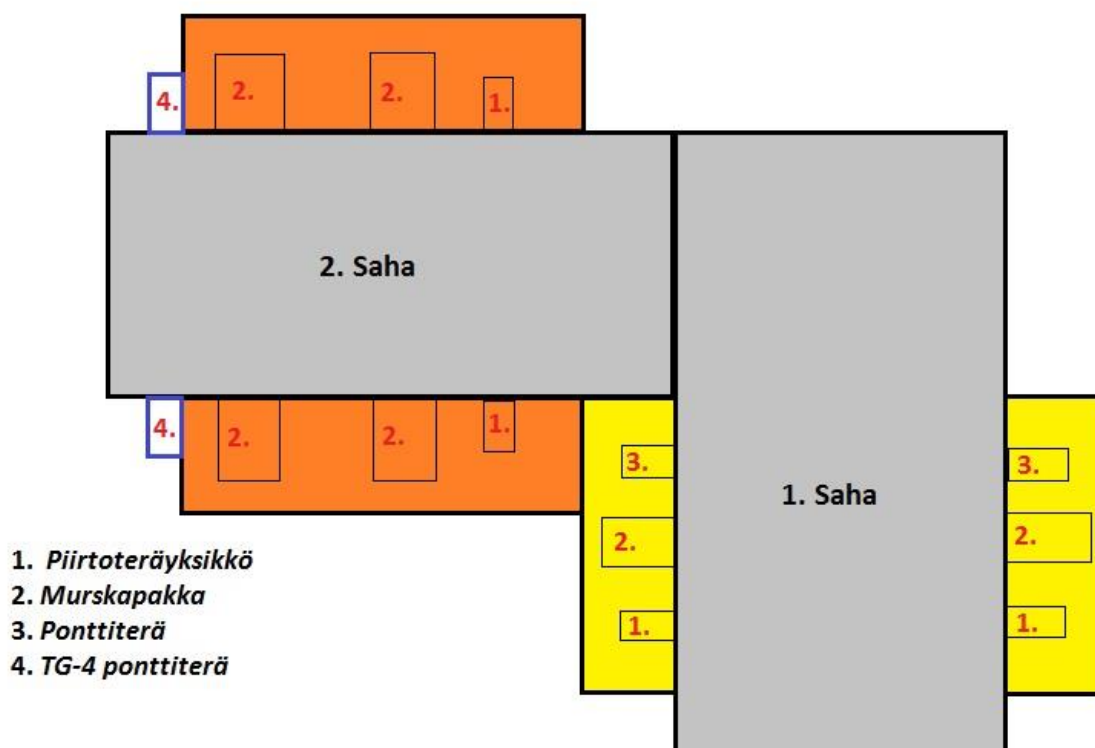
Tarraimessa voidaan käyttää myös mekaanisia tarraimia, jotka tarttuvat levyyn sen reunoista, alta ja päältä pitäen levyn tukevasti paikallaan nostoliikkeen ajan. Koska mekaaninen tarrain tarttuu levyyn sen reunoista ja ylä- ja alapinnasta, levyn putoaminen kesken liikkeen on lähes mahdotonta. Tarttujan ongelmaksi tässä tapauksessa muodostuu levyjen asettelutarkkuus, sillä mekaanisen tarraimen on tiputettava kuljetettava levy hissiin tarttujan levyjen alle ylettyvien leukojen takia. Mekaanisten tarraimien toimintatapa nousee ongelmaksi myös konseptissa 1, jossa levyn reunoista tarttuminen tilanpuutteen takia on hankalasti toteutettavissa.

6.4 TG4-levyn tuottaminen sahalinjalla

Opinnäytetyöhön kuului myös TG4-levyn tuottamismahdollisuuden selvittäminen sahalinjalla, mutta koska prioriteettinä oli suunnitella pinontalaitteen konseptit, jäi TG4-levyjen tuotantomahdollisuuksien selvittäminen vähemmälle huomiolle. Tästä huolimatta TG4-selvitys saatiin tehtyä.

Jotta sahalinjalla voitaisiin tuottaa TG4-pontattua vanerilevyä, täytyisi sahalinjan runkoon molemmin puolin asentaa uudet moottorit ponttiterille. Sahalinja koostuu kahdesta sahasta: 1. sahasta, jolla sahataan levyjen pitkät sivut ja ponttataan TG2-pontti sekä 2. sahasta, jolla sahataan levyjen lyhyet sivut ja jolle TG4-pontti haluttaisiin tehdä.

Sahalinjaa havainnollistetaan kuvassa 22 ja siinä on esitettynä TG4-ponttiterien asennuspaikka.



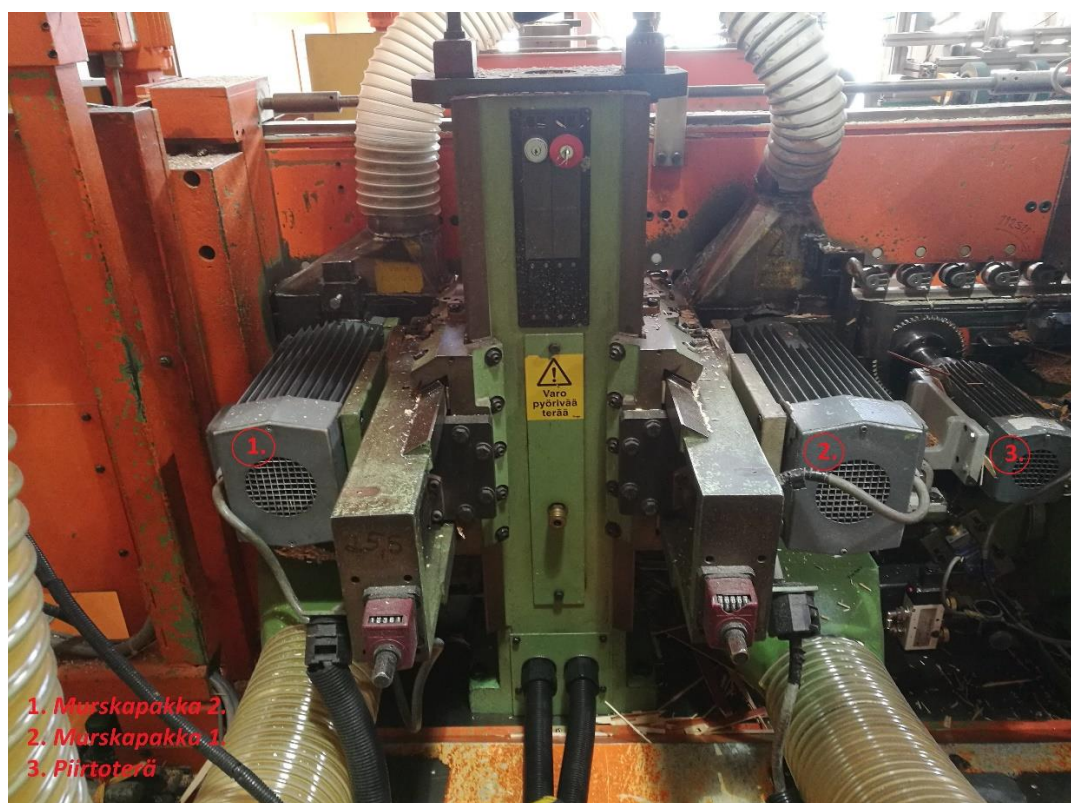
Kuva 22. Sahalinjan havainnekuva (Seppälä, 2018).

TG4-ponttiterät tulisi asentaa 2. sahaan jälkimmäisen murskapakan jälkeen. Sahalinjan rungon rakenteen takia tämä on kuitenkin erittäin hankalasti toteutettavissa, sillä 2. sahassa on asennettuna piirtoteräyksikkö, jonka jälkeen on asennettuna kaksi murskapakkaa ja näiden kaikkien purunpoistojärjestelmät, jolloin itse sahan runkoon ei jää tilaa asentaa TG4-ponttiterälle tarvittavaa moottoria tai purunpoistojärjestelmää. Myöskään murskapakkojen moottoreita ei voida tilanpuutteen takia siirtää edemmäs rungossa, joten uuden TG4-moottorin asentaminen sahaan voidaan poissulkea.

Kuvassa 23. on esitettynä 2. sahan runko ja terämoottorit.

Vaihtoehtona uuden terämoottorin asentamiselle on hyödyntää toista murskapakkaa TG4-terän moottorina (kuvassa 23. murskapakka 2.). Murskapakan moottoria voidaan kallistaa 90° kulmaan ja ruuvata lähemmäksi sahalinjaa, jolloin levyyn saataisiin tehtyä pontit. Tämä kuitenkin kuluttaisi suu-
 resti tuotantoaika, sillä sahalinjan kaikki säädöt on tehtävä käsin, eikä sahalinjan moottoreiden ase-
 mointimittarit ole toimintakuntoisia. Näin ollen moottoreiden linjaaminen oikealle kohdalle on työ-
 lästä ja aikaa vievää. Itse terien vaihto murskapakasta ponttiterään syö suuren osan vaihtoon käy-
 tettävästä ajasta. Myöskin ponttiterälle on suunniteltava oma teräkotelo purunpoistoa varten.

Selvityksen jälkeen päädyttiin tulokseen, jossa sahalinjan muuttaminen tuottamaan TG4-levyä on mahdollista, mutta erittäin hankala toteuttaa.



Kuva 23. 2. sahan moottorit. (Matias Seppälä, 2018)

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Metsä Wood Suolahden vaneritehtaille sahalinjan pinontalaitteesta konsepti, joka kykenee pinoamaan TG2-pontattua vanerilevyä kaksi pinoa rinnakkain pinonta-aseman lokeroihin. Opinnäytetyöhön kuului myös TG4-pontattujen levyjen tuottamismahdollisuuksien selvittäminen sahalinjalla. Pääpaino opinnäytetyössä oli pinontalaitteen konseptin suunnittelussa. Pinontalaitteen konseptin suunnittelu vaati suurimman osan työajasta, mutta TG4-selvitys saatiin tästä huolimatta tehtyä.

Koska olen ollut kesätöissä kolmena kesänä tässä yrityksessä, työntekijät ja tehtaan työtavat ovat tulleet tutuiksi, ja se osaltaan helpotti opinnäytetyön tekemistä. Pinontalaitteen mahdollisia ideoita pystyi esittämään ilman paineita ja tuotantohenkilökunnalta saatu palaute ideoista oli kehittämiskeistä ja rakentavaa.

Suunnittelin pinontalaitteesta ensin konseptin, joka hyödyntää nykyisen pinonta-aseman rakennetta. Koin kuitenkin tarpeelliseksi suunnitella vaihtoehtoisen konseptin uudella rakenteella, jolla pyrittiin havainnollistamaan erilaista toteutustapaa pinontalaitteesta. Näin yritys saa kaksi konseptia, joita se voi käyttää hyväkseen tulevaisuuden investointeja selvittäessä. Koska opinnäytetyössä pinontalaitteet suunniteltiin konseptiasteella, syntyykin siitä uusi tutkittava aihe tulevaisuuteen, joka on pinontalaitteen tehokkuus. Myös konseptin 1 osalta saadaan uusi tutkittava aihe, joka on nykyisen pinonta-aseman lujuustarkastelu.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen ja opettavainen prosessi. Teoriaan tutustuminen oli opettavaista ja se antoi erittäin hyvän kuvan teollisista kappaleenkäsittelysovelluksista. Uuden oppimista ja syventävää oppimista tapahtui, kun aiheeseen täytyi myös tutustua nykyisen pinonta-aseman toimintatavan ja rakenteen osalta, kuin myös alipainetarraimen osalta. Kokemusta saatiin myös Dassault Systemesin SolidWorks-ohjelmasta.

LÄHTEET

- Brian, B. (Toim.). (27. Huhtikuu 2015). *Five Heavy-Duty Gantry Alternatives*. Haettu 22. Maaliskuu 2018 osoitteesta MachineDesing: <http://www.machinedesign.com/motion-control/five-heavy-duty-gantry-alternatives>
- Brown, E.;Rodenberg, N.;Amend, J.;Mozeika, A.;Steltz, E.;Zakin, M.;. . . Jaeger, H. (17. Syyskuu 2010). Universal robotic gripper based on the jamming of granular material. *Universal robotic gripper based on the jamming of granular material*. Chicago, Yhdysvallat: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Haettu 26. Maaliskuu 2018 osoitteesta <http://www.pnas.org/content/pnas/107/44/18809.full.pdf>
- Güdel Group AG. (2018). Portaalirobotti. *Linear axisfp*. Güdel Group AG. Haettu Maaliskuu 2018 osoitteesta <http://www.gudel.com/>
- Hulkkonen, V. (Tammikuu 2007). *Fluid Klinikka Tyhjättekniikkaejektorit*. Haettu 23. Maaliskuu 2018 osoitteesta Fluid Finlandin sivusto: <https://asiakas.kotisivukone.com/files/fluidfinland.kotisivukone.com/FluidKlinikat/2.tyhjotekniikkaejektorit.pdf>
- Kokkonen, V.;Kuuva, M.;Leppimäki, S.;Lähteinen, V.;Meristö, T.;Piira, S.;& Säskilahti, M. (2005). *Visioiva tuotekonseptointi* (1. painos p.). Hollola: Teknoliateollisuus ry.
- LAMK, R. o. (2016). *Robottiikan opintojakso, robotiikan yleinen osa, luentomateriaali*. Haettu 23. Maaliskuu 2018 osoitteesta Lahden ammattikorkeakoulu: http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/robotiikka_yleinen.pdf
- Metsä Group. (14. Maaliskuu 2018). Noudettu osoitteesta Metsä Groupin sivusto: <https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>
- Metsä Wood. (Maaliskuu 2013). *Tietopankki: Metsä Wood*. Haettu 21. Maaliskuu 2018 osoitteesta Metsä Wood: <https://www.metsawood.com/global/tools/materialarchive/materialarchive/metsawood-havuvanerit-rakentamiseen.pdf>
- Metsä Wood. (21. Joulukuu 2017). Historia ja investoinnit. *Suolahden tehtaiden historia ja investoinnit*. Metsä Wood.
- Piab. (2018). *Ejektori*. Haettu 23. Maaliskuu 2018 osoitteesta <https://www.piab.com/Products/vacuum-pumps/decentralized-vacuum-ejectors/pistamp/>
- Ritva, V.;Akkanen, I.;Jännes, T.;Kekki, M.;Kiiski, T.;Kortelainen, V.-M.;. . . Tynkkynen, T. (2017). *Puulevyteollisuus*. Porvoo: Suomen Puuteollisuusinsinöörien Yhdistys ry yhdessä Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys ry:n kanssa.
- RobotiQ. (2018). Tarttujat. *2-finger adaptive robot gripper*. Haettu 26. Maaliskuu 2018 osoitteesta <https://robotiq.com/products>
- Schmalz. (2018). Magneettitarra. *Magnetic Grippers SGM*. Haettu 26. Maaliskuu 2018 osoitteesta <https://www.schmalz.com/en/vacuum-technology-for-automation/vacuum-components/special-grippers/magnetic-grippers/magnetic-grippers-sgm>
- Tuunainen, A. (2017). *Robottiikan robottityypit: Savonia*. Haettu 22. Maaliskuu 2018 osoitteesta Savonia: https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/129903/mod_resource/content/0/2_2017-tuuak-Robotiikan_robottityypit.pdf

(2014). *Universal robot gripper*. University of Chicago and Cornell University. Haettu 5. Huhtikuu 2018 osoitteesta <https://phys.org/news/2014-01-soft-robotics-technology-spawns-products.html>